

# リサイクル という神話 2.0

輸入プラスチックごみが  
マレーシアに残す  
有害な影響

GREENPEACE

原題：The Recycling Myth 2.0  
- The toxic after-effects of imported plastic waste in Malaysia

発行：国際環境NGO グリーンピース・マレーシア  
2020年5月

日本語版制作・発行：  
国際環境NGO グリーンピース・ジャパン  
2020年8月

〒160-0023  
東京都新宿区西新宿8-13-11 NFビル2F  
Tel. 03-5338-9800 Fax. 03-5338-9817  
[www.greenpeace.org/japan](http://www.greenpeace.org/japan)


写真：Nandakumar S. Haridas / Greenpeace  
Alex Stoneman / Greenpeace  
Manfred Santen / Greenpeace

グラフィックデザイン：Amin Landak

表紙写真：Nandakumar S. Haridas / Greenpeace

グリーンピースは、環境保護と平和を願う  
市民の立場で活動する国際環境NGOです。  
独立・中立を維持するため、政府や企業から  
資金援助を受けずに独立した活動を展開  
しています。

# 目次

- 
- 4** 要旨
  - 7** はじめに
  - 8** 方法論
  - 9** 調査地点でのサンプリングに関する背景と調査結果
  - 29** 調査結果に関係して考えられる健康／環境への影響
  - 31** 結論と提言
  - 33** 参考文献

マレーシアにおいてプラスチックごみの問題が提起され、注目を集めるようになったのは、2018年11月にグリーンピース・マレーシアが『リサイクルという神話 (The Recycling Myth)』という報告書を発表してからである。この問題に関する調査は、中国がプラスチックごみの輸入を禁止したことを受けて開始された。以来、マレーシアに輸入されたプラスチックごみに関連する環境汚染や、処分場、プラスチックのリサイクル施設が近隣地区に及ぼす影響についての報告が増えている。マレーシア政府は2019年の初めに、クラン港とペナン港で取り押さえた輸入ごみを輸出国へ送り返すという決定を公表した。だが、マレーシア国内で廃棄されたまま残っている輸入ごみの状況については、まだよく分からないままだ。

この疑問に答えるため、グリーンピースは、輸入プラスチックごみがあると見られる複数の現場について、2019年7～8月にアジアやヨーロッパの複数の事務所による共同調査を実施した。これらの調査の結果、総じて以下の点が明らかになったことに注目すべきである。それは、マレーシアの複数のごみ捨て場に捨てられている細片化したプラスチックには、さまざまな金属や半金属、それに残留性有機汚染物質 (POPs) などの有機化合物が含まれており、これらの物質は貯蔵や処理・リサイクルの過程で周囲の環境を汚染してきた可能性がある。この化学分析の結果は、グリーンピース研究所が実施した分析に基づく技術報告書 (2019) の中で公表している。

## 重要な調査結果

- ・ インダー島 (Pulau Indah) のごみ捨て場 (図1を参照) は、ごみの焼却が行われていた場所であり、ここの調査ではさまざまな汚染物質を含む焼却残渣が数多く確認された。一部の汚染物質は、元のプラスチックに含有された状態よりも移動しやすいと考えられる形状で検出され、さらに燃焼の過程で、または燃焼の結果として、新たな化学物質や化合物も発生していた。
- ・ プラスチックごみが焼却されていた場所では、重金属などの有害化学物質による深刻な汚染と、臭素系難燃剤の存在が確認された。
- ・ 本研究において調査したプラスチックの投棄場や処理施設の一部については、付近または川下の地域にある地表水が、固形廃棄物や化学物質により汚染されていることを示す証拠がある。これらの固形廃棄物や化学物質は、調査した施設、または同じ地域の類似施設に廃棄されたプラスチックに由来する可能性がある。
- ・ スリ・チーディング (Sri Cheeding) のごみ捨て場は規制されていなかった施設で、今は放置されており、細片化したプラスチックが表土層として用いられ、一面を覆っている。この表土層は、自然環境に存在するレベルに比べて高濃度の重金属 (カドミウムや鉛など) に汚染されている。この場所には臭素系難燃剤やフタル酸エステル類などの残留性有機化合物も存在することが、実験室での試験から明らかになった。

カドミウムや鉛といった重金属が検出されたのは重大な問題である。試験で確認された汚染物質は、ほとんどが非常に長期にわたり土壌に残存しうる物質である。検出された高濃度の重金属は、近隣の水源に二次汚染をもたらす恐れもある。そうした汚染は、動植物に対して有害な影響をもたらす可能性があり、微生物や人間も例外ではない。鉛は知的障害を引き起こすことが知られており、血中での安全な濃度は分かっていない。鉛への暴露によって子どもの知能が低下する可能性があり、行動障害や学習上の問題が生じることもある (CHEM Trust 2017)。

サンプルから検出された重金属や多環芳香族炭化水素 (PAHs)、一部の揮発性有機化合物 (VOC)、難燃剤 (FR) は有害な化学物質である。またこうした物質が、子どもの精神発達の阻害につながる病気や、内分泌の攪乱、生殖障害、臓器障害 (肝臓や腎臓)、循環器疾患や呼吸器疾患、アルツハイマー病、パーキンソン病を引き起こす可能性があり、さまざまながんを誘発する可能性もあることが諸研究により確認されている。

## 提言

今般調査に基づき、グリーンピース・マレーシアは以下の提言を行う。

### マレーシア政府に対する提言

- ・ **包摂的な回復行動計画**。特に輸入プラスチックごみの野焼きや不法投棄が行われていた場所を対象とし、地域住民とともに汚染地の浄化と回復に取り組む。
  - i) **環境・水省**は、被害地域について、特に大気や土壌、水源への有害物質の漏出リスクに関して詳細な環境調査を行うべきである。
  - ii) **保健省**は健康への影響に関する調査を行うとともに、輸入プラスチックごみが原因となる環境汚染の被害を受けた住民に対する医療支援を行うべきである。
  - iii) **マレーシア反汚職委員会**は、特にプラスチック汚染ならびにプラスチックごみの管理に関連する汚職に重点を置いて、「環境関連の汚職」に関するイニシアティブを復活させるべきである。
- ・ **情報公開法 (Freedom of Information Act) について改めて検討し、情報公開を進める必要がある**。これは廃棄物取引の透明性の確保につながる。違法な処理施設を閉鎖し、プラスチックごみを輸出国へ送り返すことを政府が約束したにもかかわらず、規制されていないプラスチックごみ処理施設による汚染についての地域住民からの苦情申し立てが後を絶たない。市民の健康に関するこうした不安を効果的に減らすには、情報の徹底的かつ率直な開示に関する権利を法律に成文化することが必須である。そうすれば、地域住民やNGO、メディアなどのステークホルダーが、自治体や連邦政府から廃棄物取引に関連する重要な情報を入手できるようになる。
- ・ **1974年環境法 (Environmental Quality Act 1974) を修正、もしくは新たな環境保護法を策定し直す必要がある**。修正法または新法は、より厳しく効果的な規制・規則と、断固とした施行を伴うものでなければならない。従来よりも厳格な政策や規則、規制を実行し、違法な業者に対して措置を講じる必要がある。業界を効果的に取り締まれば、持続可能性を確保し、汚職を減らし、抵抗する違法な関係者を排除することができる。環境に関連する犯罪の刑罰も強化し、刑罰が犯罪の抑止と法令遵守の推進において、重要な役割を果たすようにする必要がある。

## 国際社会（プラスチックごみの輸入国、輸出国）に対する提言

- ・ **プラスチックごみの業界を調査する。** その際に輸出国およびマレーシア国内の無認可業者による汚職や不正を伴う行為、違法な行為の可能性に調査の重点を置く。無認可業者にプラスチックごみを輸出する企業に対しては、直ちに措置をとる必要がある。
- ・ **マレーシアの地方自治体とプラスチックごみ輸出国のリサイクル業者に、輸入業者の精査（デューデリジェンス）を義務づける法律を整備する。** 輸出・輸入に先立つ精査を怠った自治体や業者には厳罰を科す。
- ・ **プラスチックの洪水を根絶するための国際合意の形成に努める。** プラスチックごみを輸出する欧州各国の政府や、オーストラリア、ニュージーランド、米国は、プラスチックごみ問題を解決するための拘束力を伴う国際合意に向けて直ちにに取り組むべきである。ドイツでは、最近、市民団体が連携し、大量に使用されるプラスチックの問題に対処するための国際合意の形成に向けて取り組むようドイツ政府に求めた（Greenpeace e.V. et al 2020）。そうした国際的な合意は、プラスチックのライフサイクル全般を対象とするべきであり、気候変動の対策および海洋や生物多様性の保護を推進するものでなければならない。その第一歩となるのは、環境汚染の原因となるごみの輸出国が、マレーシアの規制されていない処分場における適正な廃棄物処理と浄化について、手段と費用の両面で貢献をすることだろう。
- ・ **プラスチック汚染を削減する計画に優先的に取り組む。** リサイクル率を高める一方で、不要な使い捨てプラスチックの段階的な削減を目指すとともに、使い捨てプラスチックの削減に関する明確な目標を設定する。削減目標は、詰め替え（補充）や再利用を基本とする代替策を開発することに重点を置く行動計画に沿うものとする。
- ・ **プラスチックの生産における拡大生産者責任（EPR）を徹底する。** その方策として、プラスチックの使用、廃棄およびリサイクルのシステムについての透明性を国際的に確保し強化するために、不要な使い捨て包装をする企業を規制し、「ゆりかごから墓場まで」製品を追跡することを求める。

# はじめに

2019年7～8月に、グリーンピース・マレーシアは、ドイツ、イタリア、香港など世界各地のグリーンピース事務所からなるチームを率いて、輸入プラスチックごみの投棄や焼却に関する情報をもとに、マレーシアで確認されている数カ所のプラスチックごみ捨て場を特定し、調査を実施した。この現地調査は、グリーンピース・マレーシアが2018年に発表した報告書『リサイクルという神話（The Recycling Myth）』で明らかにした事実への追跡調査として行われた。

情報収集と机上調査を行った後、実施した現地調査では、新たに発見された場所のほか、過去に確認した数カ所も再訪した。一部は現在もごみ捨て場として使われているようだったが、閉鎖され放置されて月日が経っているものもあった。撤去されたごみ捨て場の中には、専門的な汚染除去ではなく、外見だけ片付けられているところもあった。除去したプラスチックの山やごみが別の場所に移されていたところもある。かつてプラスチックごみ捨て場だったある場所は、表土で覆われていたが、その中には破碎されたプラスチックの小片が高密度に存在する層が含まれていた。

インドネシアの環境団体Ecoton（Ecological Observation and Wetlands Conservation）やNexus3、環境汚染物質の課題に取り組むNGOの国際ネットワークIPEN（International Pollutants Elimination Network）およびチェコの環境団体Arnikaが2019年に発表した報告書は、規制されていない場所に投棄された大量のプラスチックが、人間の健康と環境にとって化学物質の脅威をもたらすことを明らかにした。その報告書によると、プラスチックごみから出る有毒化学物質が食物連鎖に入り、インドネシアの2カ所のプラスチックごみ捨て場付近に暮らす住民を健康被害のリスクにさらしているという。検査の結果、豆腐生産工場の近くで採集された平飼い鶏の卵から、ダイオキシンが検出されたことも分かった。その工場では、プラスチックごみが燃料として燃やされており、ポリ臭素化ジフェニルエーテル（PBDE）、ポリ塩化ビフェニル（PCB）、パーフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）、短鎖塩素化パラフィン（SCCP）などの危険な化学物質もかなりの濃度で確認された。その濃度は住民に危険を及ぼすレベルで、トロポド（Tropodo）にある豆腐工場付近で採集された卵を1個食べるだけで、欧州食品安全機関（EFSA）が発表している耐容一日摂取量（TDI）を70倍も上回る塩素化ダイオキシンの摂取に匹敵するという。同じく、バンゲン（Bangun）にある農村のプラスチックごみ捨て場の近くで採集された卵1個の摂取は、EFSAが提唱するPFOSの耐容週間摂取量（TWI）を上回る。これらの化学物質の濃度は、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約のもと国際的に規制されているという点に注意が必要だ。

こうしたことを受け、確認されたごみ捨て場2カ所とその周辺の水および土壌サンプルについて、詳しい調査を行うことになった。グリーンピース・マレーシアが主導したこれらの調査で、埋立処分場から周辺環境に浸出した危険な化学物質が存在し、食物連鎖に入った可能性があることが明らかになった。

# 方法論

調査では、現場のチームが複数の地点で水と土壌のサンプルを採取した。サンプルは、英国のエクセター大学内にあるグリーンピース研究所の科学者らが検査した。サンプルの化学分析を行い、有機化合物は定性的、金属および半金属は定量的な方法で有無を検出した。

検査結果およびサンプル検査に用いた方法は、以下のリンクの技術報告書に記載している。

<http://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2020/05/GRL-AR-2019-05.pdf>



# 調査地点でのサンプリング に関する背景と調査結果

グリーンピース・マレーシアによる調査は、報告書『リサイクルという神話 (The Recycling Myth)』の発表から1年後の2019年7月から8月にかけて行われた。グリーンピースの調査チームは、マレーシアの規制されていない数カ所のごみ捨て場を再び訪れた。そこには、プラスチックごみやその他の廃材が捨てられた物的証拠があった。これらの中には、現在も使われているごみ捨て場もあれば、閉鎖されたものもあった。そうした中で、それらのごみ捨て場を選択したのは、埋め立て後に放置された状況が特にひどかったためである。ごみ捨て場のごみの表面は土で覆われている。しかし、その表土層は、法的要件や基準のガイドラインを満たすものではない。

実施した調査では、ごみ捨て場の付近にある小川や河川、運河、養殖池からなる水域のサンプリングを行った。これらの水域は、ごみ捨て場やプラスチックごみ置き場から流れ出した雨水を取り込み、プラスチックごみから浸出した化学物質を運んでいる可能性があることが示唆された。現地調査時に採取した水と土壌のサンプルは、個別に密封してラベルを貼付し、分析のため英国にあるグリーンピース研究所に送付した。



図1：サンプリング地点の全体図

表1は、調査した場所と採取したサンプルの一覧、および英国エクセター大学のグリーンピース研究所が実施した分析の結果概要を示す。プラスチックごみ捨て場として使用されていた土地の一部で、金属や半金属による深刻な汚染と有毒な有機化学物質の存在が見つかった。

番号	調査地点	調査地点のGPS	サンプル試験番号・種類	サンプリング日	検出された主な化学物質	主な影響
1	クラン地区 インダー島  放置された商業用地にある規制されていないごみ捨て場 インダー島	2.98419, 101.34565	MY19007 一部に焼却プラスチックを含む土壌のサンプル	2019年 8月6日	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 金属および半金属： アンチモン、カドミウム、亜鉛、鉛、スズ</li> <li>- 有機化合物22種： 長鎖脂肪族炭化水素</li> <li>- 痕跡レベルの多環芳香族炭化水素 (PAH) 8種</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 重金属、半金属、多環芳香族炭化水素 (PAH)：発がん性があり、慢性疾患を生じる可能性がある有毒化学物質</li> <li>- カドミウム：時間とともに体内に蓄積し、長期間暴露すると腎臓や骨に損傷を与える可能性がある</li> <li>- 鉛：時間とともに体内に蓄積する。神経系への不可逆的な損傷が、小児の発達のほか、血液循環系、腎臓、生殖器官にも影響を及ぼす</li> <li>- アンチモン：胃腸に影響を及ぼす可能性があり、吸入すると心筋損傷の潜在的な原因となる</li> <li>- PAH：神経変性疾患（アルツハイマー病やパーキンソン病）、肺がん、心血管疾患のリスクと高血圧、生殖周期のかく乱、および海洋生物の心臓伝導を妨げる可能性がある</li> </ul>
2	クラン地区 インダー島  放置された商業用地にある規制されていないごみ捨て場前の小さな排水溝	2.98400, 101.34690	MY19015 水	2019年 8月6日	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 金属および半金属： 顕著な濃度はない</li> <li>- 難燃剤 (FR)： トリフェニルホスフィンオキシド (TPPO)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TPPO：この化合物の分解産物は水生生物に有毒な可能性がある。TPPOは、スクミリンゴガイ（ジャンボタニシ）に対して神経毒性がある</li> </ul>

番号	調査地点	調査地点のGPS	サンプル試験番号・種類	サンプリング日	検出された主な化学物質	主な影響
3	クラン地区 インダー島  規制されていないプラスチックごみ捨て場とリサイクル工場の近くにある養殖池	2.98510, 101.34610	MY19008 堆積物	2019年 8月6日	- 金属および半金属： アンチモン、銅、ニッケル  - 多環芳香族炭化水素 (PAH) 5種および 1,1'- (1,3-プロパンジール) ピス-ベンゼン	- ニッケル：胃腸および心臓への悪影響を及ぼす可能性がある  - アンチモン：胃腸に悪影響を及ぼす可能性があり、吸入すると心筋損傷の潜在的な原因となる  - PAH：神経変性疾患（アルツハイマー病やパーキンソン病）、肺がん、心血管疾患のリスクと高血圧、生殖周期のかく乱、および海洋生物の心臓伝導を妨げる可能性がある
			MY19009 水	2019年 8月6日	- 金属および半金属： アンチモン、ニッケル、銅、ストロンチウム  - 難燃剤 (FR) ：TPPO、トリフェニルホスフィン sulfide	- アンチモン：胃腸に悪影響を及ぼす可能性があり、吸入すると心筋損傷の潜在的な原因となる  - ニッケル：胃腸および心臓への悪影響を及ぼす可能性がある  - TPPO：この化合物の分解産物は水生生物に有毒な可能性がある。TPPOは、スクミリングガイ（ジャンボタニシ）に対して神経毒性がある
5	クラン地区 インダー島  養殖池に流入する水路と、複数のプラスチックごみリサイクル工場の下流にある	2.98427, 101.34664	MY19012 水	2019年 8月6日	- 金属および半金属： アンチモン、ニッケル、銅、マンガン  - 揮発性有機化合物： シクロヘキサン、塩素化アルケン、およびベンゼン、トルエン、o-キシレン/p-キシレン (BTEX)	- ニッケル：胃腸および心臓への悪影響を及ぼす可能性がある  - アンチモン：胃腸に悪影響を及ぼす可能性があり、吸入すると心筋損傷の潜在的な原因となる  - VOC：一部のVOCは発がん性がある（ベンゼン）
6	クラン地区 インダー島  規制されていないプラスチックごみ焼却場の近くにある排水溝	2.98111, 101.35111	MY19018 水	2019年 8月7日	- 金属および半金属： モリブデン  - 有機化合物： 7,9-ジ-tert-ブチル-1-オキサスピロ (4,5) デカ-6,9-ジエン-2,8-ジオン	

番号	調査地点	調査地点のGPS	サンプル試験番号・種類	サンプリング日	検出された主な化学物質	主な影響
7	クラン地区カパール プラスチックのリサイクル施設にある小川	3.16195, 101.43837	MY 19001 水	2019年7月29日	- 金属および半金属： 顕著な濃度はない	
8a / 8b	クアラ・ランガット地区スリ・チーディング村 規制されていないごみ捨て場	2.89250, 101.56389	MY 19020 & MY 19021 破碎されたプラスチックのサンプル1およびサンプル2 (表土層)	2019年8月7日	- 金属および半金属： 銅、鉛、亜鉛、低濃度のカドミウム、アンチモン、スズ、モリブデン、ヒ素  - 難燃剤 (FR)： ポリ臭素化ジフェニルエーテル類 (PBDEs) (ヘプタ (7) ~デカ (10) 臭素化同族体)、塩素化FRデクロラン、1,2-ビス (2,4,6-トリプロモフェノキシ) エタン (BT-BPE)、およびデカプロモジフェニルエタン (DBDPE)  - 可塑剤：フタル酸エステル (DEHPおよびDUP) 2種、およびテレフタル酸 (ジ (2-エチルヘキシル) 1,4-ベンゼンジカルボキシレート) 1種  - その他：長鎖脂肪族炭化水素およびPAH	- 鉛：時間とともに体内に蓄積する。神経系への不可逆的な損傷が、小児の発達のほか、血液循環系、腎臓、生殖器官にも影響を及ぼす  - 亜鉛：高濃度で暴露すると、脾臓損傷による貧血や胃腸障害などの潜在的な毒性作用を伴う蓄積を生じる可能性がある  - 銅：高濃度で暴露すると、胃腸に悪影響を及ぼす可能性がある。また、地表水中の水生生物は銅に非常に敏感で、ごく低濃度でもこの生物に毒性作用を及ぼす可能性がある  - 臭素化ジフェニルエーテル類：発達神経、生殖系および内分泌系に毒性作用を及ぼす可能性がある  - フタル酸エステル類：内分泌系に影響を及ぼす可能性がある。がんおよび生殖上の問題と関連がある
9	ムダ川 ケダ州のごみ捨て場の端を流れる川	5.54277, 100.58487	MY 19003 水	2019年7月31日	- 金属および半金属： 顕著な濃度はない - 難燃剤 (FR)： TPPO - その他：セバシン酸ジブチル	- TPPO：この化合物の分解産物は水生生物に有毒な可能性がある。TPPOは、スクミリングガイ (ジャンボタニシ) に対して神経毒性がある
10	ムダ川 ケダ州のごみ捨て場の端にある川岸		MY 19006 土壌	2019年7月31日	- 金属および半金属： 顕著な濃度はない	

表1：マレーシアで輸入プラスチックごみに関する土地の調査を行った2019年7月から8月の間に採取した水と土壌のサンプル

## 英国エクセター大学内のグリーンピース研究所による実験室分析

マレーシアのプラスチックごみ捨て場で採取され、実験室分析のため、グリーンピース研究所に送付された水と土壌のサンプル





グリーンピース研究所上級研究員のイリーナ・ラブンスカ博士とケビン・ブリグデン博士が、グリーンピース・ドイツのキャンペーン担当マンフレッド・サンテンに分析結果を説明

### サンプリング地点：2019年7月および8月



地点1：インダー島内の放置された商業用地にある規制されていないごみ捨て場、サンプル番号1、2

「美しい島」を意味するインダー島は、かつてはルムット島と呼ばれていた。マレーシアのセランゴール州クラン地区にある島だ。インダー島の行政区内には、マレーシアの主要港の1つであるウエストポート（Westport）、インダー島工業団地（セランゴール・ハラルハブ [Selangor Halal Hub] など）、地元のペリギ・ネナス（Perigi Nenas）村、スンガイ・ピナン（Sungai Pinang）村、スンガイ・ケンボン（Sungai Kembong）村、トゥルッ・ニパ（Teluk Nipah）村、海浜公園のラグーナ・パーク（Laguna Park）、住宅団地のバンドル・アルマダ・プトラ（Bandar Armada Putra）、マレーシア海軍の国立水界地理学センター（National Hydrographic Centre）がある。インダー島にはかつて、広い範囲に天然のマングローブ湿地が存在していた。しかし、ウエストポートと工業団地の開発をピークに、1999年までに段階的に失われていった。

調査対象となったインダー島埋立処分場は、放置された工業用地の敷地内にある。工業用地は、バンドル・アルマダ・プトラのジャラン・スンガイ・チャンドン（Jalan Sungai Chandong）沿い、ブステッド・クルーズセンター（Boustead Cruise Centre、スタークルーズ・ターミナル）と国立水界地理学センターの近くにある。そこで埋立処分場が見つかり、グリーンピース・マレーシアによる報告書『リサイクルという神話（The Recycling Myth）』の主題となった。オーストラリアや米国、英国、ドイツ、フランス、スペイン、スカンジナビア諸国、日本で発生したごみなど、数カ国から輸入されたプラスチックごみの行き先が、この埋立処分場である。地元のセランゴール州議会がプラスチックのリサイクル工場の操業を取り締まる以前は、この地域で規制されていないまま活動する業者が数多く存在していた。

この処分場には、グリーンピースの多くのチームや世界中のジャーナリストが何度も訪れている。そのため、過去数カ月にわたり一部が清掃された。しかし、処分場では依然として、ドイツやスペイン、スカンジナビア諸国などの多くの国から送られてくる大量のプラスチックごみが山積みになっている。ごみの内訳を調べたところ、主にリサイクルできないプラスチックの混合物と、廃墟に残されたままになっている電子廃棄物（プラスチックケースや電子機器の回路基板）などのスクラップであることが明らかになった。この地域では過去に火災があった形跡があることから、処分場のごみを焼却して、捨てられていたごみの種類に関する証拠を消そうとしたことが分かる。



クラン地区インダー島にある規制されていないごみ捨て場。サンプル番号1（MY19007）は、この地域で採取した。右：サンプル番号1を採取した地点。

グリーンピースによる今回の調査では、焼却されたプラスチック材もあるプラスチックごみの山から、サンプルをどうにか集めることができた。その後の検査で、プラスチックの熱分解によって放出される可能性のある化学物質が、サンプルに含まれることが明らかになった。サンプルには、カドミウムや鉛などの有毒金属と、スリ・チーディングの調査地点で回収した破碎されたプラスチックから検出されたのと同濃度の半金属アンチモンが含まれていた。鉛とスズは、破碎されたプラスチックのサンプル濃度の中央値より3~5倍低かった。銅とモリブデンの濃度は、汚染されていない土壌などの環境マトリックスの典型的な濃度を上回った (Bahaa-Eldin, 2008)。このようなプラスチックごみを焼却すると、プラスチックの内部で結合した金属や半金属を環境の風化にさらすことになる。また、金属と半金属が別の化学形態に変わることによって、環境中での移動が起こりやすくなる。分析では、痕跡レベルの長鎖脂肪族炭化水素と、プラスチック熱分解の一般的な副産物で発がん性が知られているベンゾ [a] ピレンなどの多環芳香族炭化水素 (PAH) 8種を含む、さまざまな有機化学物質も検出された。

ごみ捨て場の前にある小さな排水溝から採取した水のサンプルでは、今回の分析で検出された金属および半金属に顕著な濃度は見られなかった。しかし、分析の結果、トリフェニルホスフィンオキシド (TPPO) と呼ばれる難燃性化合物の存在が明らかになった。TPPOは、アクリロニトリルスチレン樹脂の製造過程で生じる副産物である。スチレンアクリロニトリル三量体の異性体も、採取した水サンプルで検出された。これらの化学物質は、神経系毒物である可能性が知られている。

適切な改善策を実施するため、この地域における汚染の程度をさらに調査する必要がある。そして環境汚染を阻止し、できれば軽減しなければならない。危険物質や有毒化学物質が、雨水の流出による浸出や風による汚染細塵粒子の移動で拡散するのを防ぐため、現場の専門的な汚染除去と浄化が必要である。

## 地点2：インダー島の養殖池、サンプル番号3、4、5

養殖池は、ごみ捨て場から約50メートルの地点にあり、現在も使われている。この池はセラゴール州で最も大きい汽水池の1つで、面積はサッカー場およそ5~6個分である。その水位は、マラッカ海峡の潮汐によって変化する。グリーンピースのメンバーは、養殖池のオーナーにインタビューを行った。オーナーは、大量にいた魚が2019年9月6日に水中の汚染物質が原因で死亡したと主張しているが、汚染の実際の原因や汚染源は特定されていない。





汽水の養殖池とそこに流れ込む運河。サンプル番号3 (MY19008)、4 (MY19009)、5 (MY19012) は、この地域で採取した。

池の水（サンプル番号4）と池の底の堆積物（サンプル番号3）を採取して分析した。池の底の堆積物のサンプルから重金属による汚染が明らかになり、養殖池の水の高濃度の重金属で汚染を反映していた。アンチモンと銅は、バックグラウンド濃度の50倍であることが分かった。一方、ニッケルの組成物は、淡水堆積物のバックグラウンド範囲よりも10倍高かった（ATSDR 2004a, 2005a, 2019; Filella et al 2002; Salomons & Forstner 1984）。汽水域の金属のバックグラウンド濃度は通常、淡水域よりも低い。重金属が高濃度に検出されたことに加え、スリッパ剤や潤滑剤、腐食防止剤としての工業利用が知られている化学物質が、池の水から検出された。また、ベンゾ [a] ピレン（BaP）やフェナントレンなどの多環芳香族炭化水素（PAH）数種が、堆積物で確認された。PAHは、プラスチックの不完全な燃焼プロセスで発生することが知られている。

現地調査により、養殖池に流入する運河では、ニッケル、アンチモン、銅などの重金属が高濃度で検出されることも明らかになった。この運河で採取したサンプルからは、汚染されていない淡水で通常確認される濃度より10倍高い濃度で、マンガンの量が増加していたことも分かった。

養殖池の水サンプルと池に流入する水路の水で、化学物質が検出された。いずれも、スチレンポリマー関連の副産物や、難燃剤やスリッパ剤、潤滑剤、腐食防止剤のように特定の性質をもつ添加剤として使用されている化学物質など、プラスチックと関係している可能性がある。有毒金属や化学物質も堆積物から検出され、池の水に浮遊していた。金属やプラスチック関連の化学物質のほとんどが池に流入する運河でも検出され、池より濃度が高い物質もあった。

食用の魚の養殖に使われている養殖池で、警戒すべき量の重金属と化学物質が検出されている。危険な化学物質の放出と高濃度重金属の水路への流出を阻止し、食物連鎖が汚染されないようにするため、当局はさらなる調査を速やかに実施し、必要な対策を決定することが不可欠である。その確実な実施に向けた第一歩は、汚染源を特定して効果的に対処することだ。当然ながら、有効な対策とするためには、養殖池および池とつながっている運河の水と堆積物の浄化を必ず実施し、重金属や化学物質がこれ以上移動するのを防がなければならない。



インダー島の養殖池で採取した水（サンプル番号4、MY19009）と堆積物（サンプル番号3、MY19008）のサンプル



インダー島の養殖池で水サンプルを採取

### 地点3：クランのインダー島にある規制されていないプラスチックごみ焼却場、サンプル番号6

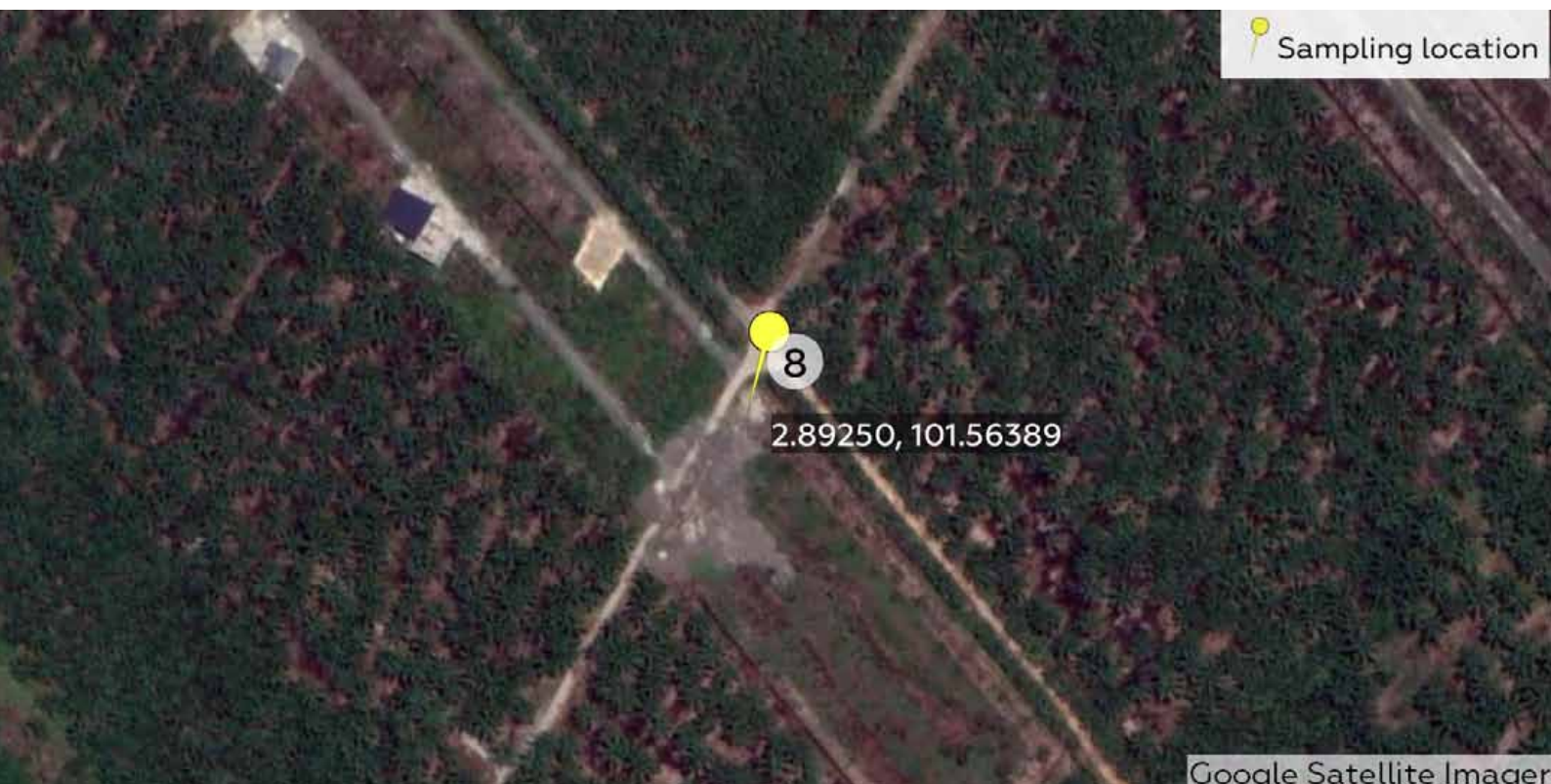
『リサイクルという神話（The Recycling Myth）』でも報告されたが、規制されていないプラスチックごみ焼却場が、ジャラン・スンガイ・チャンドン12近くの道路脇にある。2018年から2019年初頭にかけて、盛んにごみ捨て場として使われ、プラスチックごみの焼却が行われていた。今でもこの地点へと続く道路沿いで、小規模な燃焼が散発的に起きている兆候が何力所か見られる。かつては一般廃棄物を含む大量のプラスチックごみが、特に夜の闇に紛れて、この地点に運ばれて火が付けられているのが確認されていた。このような行為は、2019年末以降は行われていない。



インダー島の焼却場。かつて、輸入されたプラスチックごみと国内で発生したプラスチックごみが不法に投棄されていた。ごみ捨て場近くの溝からサンプル番号6（MY19018）を採取した。

プラスチックの燃焼は、重金属のほか、塩素化ダイオキシン類やフラン類（PCDDs/PCDFs）などの有毒な化学物質を移動・拡散させるリスクを伴う。これらは、塩化ビニルなど塩素を含有するプラスチックの制御されていない燃焼プロセスで発生するものだ。臭素系難燃剤が含まれているプラスチック製品が燃えると、このような化学物質から臭素化ダイオキシン類やフラン類（PBDDs/PBDFs）が生成される。これは、塩素化ダイオキシン類に似た、毒性の強い化学物質のグループである。

しかし、水路の水は見るからにプラスチックで汚染されていたものの、そこから採取した水と堆積物のサンプルから、顕著な汚染物質はまったく見つからなかった。実験室での分析の結果、プラスチック製品から放出されるような有害な有機化合物で汚染されている証拠はまったく見つからないことが分かった。



#### 地点4：スリ・チーディング村の規制されていないごみ捨て場、サンプル番号8a、8b

スリ・チーディング村はセランゴール州クアラ・ランガット地区にあり、面積は約80ヘクタールである。ここには、低地茶園として有名な茶園がある。スリ・チーディング村は、かつて不法なプラスチックごみ施設とごみ捨て場による汚染の影響を受けたジェンジャロムの町から、約8kmの距離にある。規制されていないごみ捨て場は、パーム油プランテーションの隣にあった。ごみ捨て場を埋めて覆う表土として使われたのは、主に破碎されたプラスチックの小片から成る。われわれの調査チームがここを訪れたとき、その一角で数平方メートルにわたりくすぶり続ける火災の煙を視認できた。2019年に「ハフポスト」で報じられたように、以前も同じ場所で火事が起きていた。



ジェンジャロムのスリ・チーディング村のパーム油プランテーション地域に、破碎されたプラスチックの小片が投棄された。サンプル番号8a (MY 19020) と8b (MY 19021) がこの地域で採取された。

ごみ捨て場を覆う表土から2つのサンプルを採取した。そしてその両方から有害物質が検出された。例えば、カドミウムや鉛や水銀などの重金属のほか、臭素系難燃剤 (PBDEs) と塩素系難燃剤 (デクロラン) や可塑剤 (DEHPやDUPなど) といった環境にも人間の健康にも害を及ぼす可能性がある化学物質である。

マレーシアの土壌で通常見られるよりも高濃度で、カドミウム (13.8-16.7 mg/kg) や鉛 (2940-3780 mg/kg) のような有毒金属が検出された。一般的な土壌中のカドミウム濃度は1 mg/kg未満、鉛は2 mg/kg未満である (Khairiah, J 2009)。ちなみに、中国の国家環境保護総局 (SEPA 1995) は、土壌中のカドミウムの最大許容値 (MAL) を1.5 mg/kg、鉛は350 mg/kgと定めている。マレーシア環境局は、住宅土壌のSSL (サイト・スクリーニング・レベル) をカドミウムは71 mg/kg、鉛は400 mg/kgと発表している (DOE 2015)。浸出水放出の許容値は、1974年環境基準法でカドミウムが0.01 mg/L、鉛は0.1 mg/Lと定められている (DOE 2009)。

ほかにも、銅、スズ、アンチモン、モリブデン、亜鉛などの金属も高濃度で検出された。サンプルの試験の結果、土壌サンプル中に顕著な量の水銀も検出された。水銀は毒性の強い金属で、環境中の濃度は通常極めて低い。土壌サンプルに含まれていた金属の発生源は、プラスチック自体が残っているか、あるいは充填剤 (フィラー) や安定剤、顔料、難燃剤など、プラスチックの配合に意図的に混ぜる添加剤として持ち込まれたかのいずれかだと考えられる。

この地点のサンプルはどちらも、臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs) などさまざまな高臭素化や、塩素化した難燃剤も含んでいた。1つのサンプルにはヘプタ (7) ~デカ (10) 臭素化同族体のPBDEが含まれており、もう1つにはオクタ (8) ~デカ (10) 臭素化同族体が含まれていた。塩素系難燃剤であるデクロランは、両方のサンプルで検出された。また、1,2-ビス (2,4,6-トリプロモフェノキシ) エタン (BTBPE) と、デカプロモジフェニルエタン (DBDPE、禁止されたデカプロモジフェニルエーテル<DecaBDE>の代替品) という2つの臭素系難燃剤が、ここで採取されたサンプル2つのうちの1つで検出された。

PBDE の仲間の中で非常によく使われていた物質は、ペンタBDE (2009)、オクタBDE (2009)、デカBDE (2017) の商業用混合物を含め、ストックホルム条約で禁止された。ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDE) などの臭素系難燃剤は、内分泌かく乱化学物質として知られ、神経系や子どもの知的な発達に悪影響を及ぼす (POP RC 2006, 2007, 2014, 2015, 2016)。サンプルからは、フタル酸エステル類の仲間の可塑剤、DEHPとDUPが検出された。これらの物質は、プラスチック製品の製造時に柔軟性を高める添加剤として広く使われている。一部のフタル酸エステル類は、生殖器系に害を及ぼし (Swan 2008, Lyche et al 2009)、アレルギーとぜんそくのリスクを高め、子どもの神経発達に悪影響をもたらす (Jurewicz 2011)。それに加え、サンプルの1つには、多環芳香族炭化水素 (PAH) である1,6-ジメチル-4-(1-メチルエチル) ナフタレンが含まれていた。PAHが生成されたのは、プラスチックごみの燃焼による可能性が最も高い。PAHsの代表的な物のいくつかには、発がん性があることが知られている。

したがって、このスリ・チーディング村のごみ捨て場における有害な金属と化学物質の汚染の全容を把握するため、ここでの調査をただちに深く広く行うことが急務である。有毒化学物質を含む、あるいは雨水による浸出や燃焼により有毒化学物質を放出する可能性があるものをすべて除去するために、緊急措置を取らなければならないし、ごみ捨て場そのものの浄化も行わなければならない。汚染された表土とその下の汚染土壌の専門的な浄化を行うべきである。迅速な行動と緩和措置により、汚染が移動しないようにできるかもしれない。



## 地点5：ケダ州のムダ川、サンプル番号9、10

ムダ川は、マレーシアのケダ州で一番長い川である。ケダ州第2の都市スンガイ・プタニの南のはずれを西へと流れ、ペナン州との自然の州境となっている。ムダ川はその後、コタ・クアラ・ムダでマラッカ海峡に注ぐ。ベリスダムでムダ川流域の水量を調節し、水田や高地作物の灌漑用水のほか、生活用水や工業用水などの供給量を増加させている。

不法投棄が行われたごみ捨て場は、ケムンブン村のシダム・キリ近くのムダ川の川岸にあり、その面積は2haと言われる。2008年から稼働したと考えられ、近隣住民は2016年からごみ捨て場の操業について苦情を申し立ててきた。この地域の村人たちは、ひと頃は1日に少なくともトラック30台が入っていき、ごみを投棄していたと主張した。現場では輸入されたプラスチックごみが見られ、地元自治体は2019年7月下旬にここを封鎖した。



ケダ州のケムンブン村近く、ムダ川沿いにある、規制されていないごみ捨て場



ムダ川の規制されていないごみ捨て場で、ドイツのプラスチックごみが見られた



ムダ川の川岸のごみ捨て場



川岸の表面から水と土壌のサンプルを採取し、分析した。雨水がごみ捨て場の一部を洗い流して川に流れ込んでいるのが見られたため、そのサンプルを採取した。ムダ川で採取された水のサンプルには、プラスチックの製造時に使われる難燃剤のTPPOと可塑剤のセバシン酸ジブチルが含まれていた。雨水が、プラスチックの化合物をはじめとする汚染物質の浸出を促している可能性が考えられる。土壌サンプルからは有機化合物がまったく検出されず、金属と半金属の濃度は、世界的な非汚染土壌で広く報告されている「典型的」な範囲内に十分収まっていた。



ムダ川の水のサンプル、その1つがサンプル番号9 (MY 19003)

### 地点6：クランのカパールにあるリサイクル施設、サンプル番号7

クランのブキッ・カパール村では、村内から近隣地域にかけて住宅地、学校、工場、パーム油プラントーションが広がっている。近郊で操業しているリサイクル業者は、アブラヤシプラントーションの中に位置しており、外国からごみを輸入していることが分かった。われわれの調査で、イタリアに由来するごみもあることが分かった。プラスチックをはじめとするごみが、工場の境界線を越えてアブラヤシプラントーションにまで見境なく投棄されているのも発見された。現地調査中、われわれは26ページ上段の写真に写っているように一部のごみに火が付いているのも目撃した。写真の下の方に、火と煙が立ち上っているのが見て取れる。



クランのカパールにある、プラスチックリサイクル施設。プラスチックを含む混合廃棄物を燃やしているために煙が上がっている様子が写っている。



クランのカパールにあるプラスチックリサイクル施設の地点。サンプル番号7 (MY19001) が採取された。



クランのカパールにあるプラスチックリサイクル施設で見られた大量のプラスチックの塊、労働者、機械。



プラスチックリサイクル施設の囲い。



サンプル番号7 (MY 19001) は、プラスチックリサイクル施設の囲いから約2~3m離れた小川から採取した。



プラスチックリサイクル施設の囲いの近くに投棄されたごみには、欧州各国の包材などが混ざっている。



イタリアのプラスチックごみが、プラスチックリサイクル施設の  
囲いの近くで見つかった。

プラスチックごみの処理施設の囲いから約2~3mの場所にある小川で、水のサンプル  
を採取した。大量のプラスチックごみ、他のごみ、原料があるのがはっきりと見えた。  
しかし、グリーンピースが行った実験室での分析では、プラスチックの製造時に使われ  
ることが分かっている重金属や有機化合物による水質汚染は検出されなかった。

# 調査結果に関して考えられる 健康／環境への影響

無計画なプラスチックごみの投棄とリサイクルに関して主に懸念されるのは、プラスチックの製造時に特性を与えるために加えられる化学物質（添加剤）が放出され、環境への影響が生じることである。例えば、鮮やかな赤、黄、橙のプラスチックにはカドミウムが含まれることが多い。スズ、鉛、カドミウムなどの重金属や、これらの重金属を組み合わせたものは、熱安定剤として添加される（Verma et al 2016; Vivek 2014）。重金属、ポリ臭素化ジフェニルエーテル（PBDEs）、多環芳香族炭化水素（PAHs）は、プラスチックごみから放出される有毒化学物質である。こうした物質、例えばプラスチック内に結合された金属と半金属とPBDEなどは発がん性があり、慢性疾患を引き起こす可能性があることで知られる。プラスチックの燃焼は、これらの物質を環境の風化作用にさらし、金属と半金属を環境中で移動しやすい別の化学形態に変化させる可能性がある。PAHsは、例えばプラスチックごみの屋外焼却などの不完全燃焼プロセスで生成される。そして煙とともに放出され、特に燃焼残渣物の中に濃縮されている。もし塩素化・臭素化合物を含有するプラスチックごみが燃やされると、特に有毒な塩素化ダイオキシン（PCDDs）、塩素化フラン（PCDFs）が発生するかもしれない。このようなプラスチックごみとしては、塩化ビニルを含む製品や繊維、そしてマザーボードをはじめとする電子デバイスの部品が考えられる。また、太陽光の紫外線と風化作用などにより、プラスチックごみの劣化や破砕された小片には長期的な影響がある。マイクロプラスチック粒子と有害化学物質が放出されて、土壌を汚染するだろう。これらの汚染物質の残留性が高い場合は、非常に長きにわたって吸収される可能性がある。また、近くの水源の二次汚染も生む可能性もある。このような汚染物質、特に有毒金属は、人間だけでなく、動植物やさらには微生物にまで有害な影響を及ぼす可能性があり、最終的には周囲の生態系に影響が生じうる。

いくつかの調査から、プラスチックと電子廃棄物の不適切な取り扱いが環境に深刻な影響を及ぼしうることも分かった。中国の電子廃棄物処理場に関する包括的な調査では、人間が地元産の動物由来の食品を消費することにより、PBDEをはじめとする主要な汚染物質にどのくらい暴露しているかが推計された（Labunska 2017）。先に紹介したインドネシアの調査では、規制されていないプラスチックごみ捨て場近くに暮らすコミュニティは、食物連鎖に入り込んだ有毒化学物質にもさらされることが分かった（Arnika, Ecoton, IPEN, Nexus3 2019）。

重金属への暴露は、人の健康と暮らしを脅かす。特に子どもへの懸念は大きい。汚染土壌の偶発的な摂取、呼吸、皮膚接触を通じて、被害が及ぶ可能性がある。植物や作物は、もし工業地域や汚染土壌の近くで育てば、さまざまな重金属を生物濃縮する可能性がある。さらに、このような作物を摂取することで汚染物質が人体に入り込みうる。重金属にさらされた人は、子どもの精神的発育の阻害、内分泌かく乱、生殖機能不全、臓器（肝臓と腎臓）の損傷、心臓血管疾患や呼吸器疾患、そしてさまざまながんなど、健康問題を抱えるリスクがある。このような金属の中には、人体に不要と分類され、米国の環境保護庁（EPA）と環境有害物質・特定疾病対策庁（ATSDR）の危険物リストの上位20個に含まれているものもある（Wu et al 2018; Khan et al 2016; Rai et al 2019）。PAHsは、発がん性や突然変異原性や催奇形性が高く、神経変性疾患（アルツハイマー病やパーキンソン病）、心臓血管疾患、高血圧症、肺がんに関連があるとされている。PAHsは、水生生物の生殖周期をかく乱し、心臓伝導を妨げることも分かった（Coxon et al 2018; Dsikowitzky 2011）。

プラスチックごみを燃やすと、煙と固形残渣の灰が生み出され、これらが健康と環境に害を与える可能性が高い。例えば、揮発性有機化合物（VOC）や半揮発性有機化合物のほか、煙に含まれる粒子状物質、粒子と結合した重金属、PAHs、ポリ塩化ジベンゾフラン（PCDF）、ダイオキシン（PCDD）などである。これらの化合物の一部は発がん性がある可能性があり、われわれの食物連鎖に入り込むかもしれない。トリフェニルホスフィンオキシド（TPPO）のような難燃剤は、水環境で検出される汚染物質の一つである。TPPOの分解産物は、ジャンボタニシなどに対して有害であり神経毒性があることが分かっている。また、ポリ臭素化ジフェニルエーテル（PBDE）の仲間も、有害な難燃剤として知られており、禁止されている。ひとたび環境中に放出されると、土壌と堆積物に蓄積するため、水生生物も陸上生物もこれを体内に取り込むようになる。最終的に、PBDEは食物連鎖に入り込むかもしれず、人間に幅広い毒性作用を及ぼす可能性がある（Labunska et al 2014, 2015 & 2017; Verma et al 2016; Emery et al 2005; Dsikowitzky 2011; Chea & An 2018; Christale et al 2018; Lai et al 2019）。

# 結論と提言

全体としてわれわれの調査は、マレーシアのいくつかのごみ捨て場に投棄されたプラスチックごみと破碎されたプラスチックには、残留性有機汚染物質（POPs）を含め、さまざまな金属、半金属、有機化合物が含まれていることを示した。プラスチックの保管や処理やリサイクルで生じる有害化学物質で、周辺環境を汚染しそうな潜在的リスクを呈している。Ecoton、IPEN、Nexus3、Arnikaの報告書（IPEN 2019）で示されたように、インドネシアのプラスチックごみ捨て場近くで採られた鶏卵には、人々の健康と暮らしに危険を及ぼしうるプラスチック由来の汚染物質が含まれている。同報告書の結論として、ごみ捨て場からの汚染が拡散し、水や土壌資源を汚染する可能性が示された。

このような点から、われわれの調査結果は、有害化学物質の漏出を防止したり、規制されていないプラスチックの燃焼によってさらに毒性の高い物質の生成を防止するために、これまでに述べたプラスチックごみ捨て場となっている場所・サンプル地点で、浄化・汚染除去措置をとることが急務であることを明確にしている。

## マレーシア政府に対する提言

- ・ **包摂的な回復行動計画**。特に輸入プラスチックごみの野焼きや不法投棄が行われていた場所を対象とし、地域住民とともに汚染地の浄化と回復に取り組む。
  - i) **環境・水省**は、被害地域について、特に大気や土壌、水源への有害物質の漏出リスクに関して詳細な環境調査を行うべきである。
  - ii) **保健省**は健康への影響に関する調査を行うとともに、輸入プラスチックごみが原因となる環境汚染の被害を受けた住民に対する医療支援を行うべきである。
  - iii) **マレーシア反汚職委員会**は、特にプラスチック汚染ならびにプラスチックごみの管理に関連する汚職に重点を置いて、「環境関連の汚職」に関するイニシアティブを復活させるべきである。
- ・ **情報公開法（Freedom of Information Act）について改めて検討し、情報公開を進める必要がある**。これは廃棄物取引の透明性の確保につながる。違法な処理施設を閉鎖し、プラスチックごみを輸出国へ送り返すことを政府が約束したにもかかわらず、規制されていないプラスチックごみ処理施設による汚染についての地域住民からの苦情申し立てが後を絶たない。市民の健康に関するこうした不安を効果的に減らすには、情報の徹底的かつ率直な開示に関する権利を法律に成文化することが必須である。そうすれば、地域住民やNGO、メディアなどのステークホルダーが、自治体や連邦政府から廃棄物取引に関連する重要な情報を入手できるようになる。
- ・ **1974年環境法（Environmental Quality Act 1974）を修正、もしくは新たな環境保護法を策定し直す必要がある**。修正法または新法は、より厳しく効果的な規制・規則と、断固とした施行を伴うものでなければならない。従来よりも厳格な政策や規則、規制を実行し、違法な業者に対して措置を講じる必要がある。業界を効果的に取り締まれば、持続可能性を確保し、汚職を減らし、抵抗する違法な関係者を排除することができる。環境に関連する犯罪の刑罰も強化し、刑罰が犯罪の抑止と法令遵守の推進において、重要な役割を果たすようにする必要がある。

## 国際社会（プラスチックごみの輸入国、輸出国）に対する提言

- ・ **プラスチックごみの業界を調査する。** その際に輸出国およびマレーシア国内の無認可業者による汚職や不正を伴う行為、違法な行為の可能性に調査の重点を置く。無認可業者にプラスチックごみを輸出する企業に対しては、直ちに措置をとる必要がある。
- ・ **マレーシアの地方自治体とプラスチックごみ輸出国のリサイクル業者に、輸入業者の精査（デューデリジェンス）を義務づける法律を整備する。** 輸出・輸入に先立つ精査を怠った自治体や業者には厳罰を科す。
- ・ **プラスチックの洪水を根絶するための国際合意の形成に努める。** プラスチックごみを輸出する欧州各国の政府や、オーストラリア、ニュージーランド、米国は、プラスチックごみ問題を解決するための拘束力を伴う国際合意に向けて直ちにに取り組むべきである。ドイツでは、最近、市民団体が連携し、大量に使用されるプラスチックの問題に対処するための国際合意の形成に向けて取り組むようドイツ政府に求めた（Greenpeace e.V. et al 2020）。そうした国際的な合意は、プラスチックのライフサイクル全般を対象とするべきであり、気候変動の対策および海洋や生物多様性の保護を推進するものでなければならない。その第一歩となるのは、環境汚染の原因となるごみの輸出国が、マレーシアの規制されていない処分場における適正な廃棄物処理と浄化について、手段と費用の両面で貢献をすることだろう。
- ・ **プラスチック汚染を削減する計画に優先的に取り組む。** リサイクル率を高める一方で、不要な使い捨てプラスチックの段階的な削減を目指すとともに、使い捨てプラスチックの削減に関する明確な目標を設定する。削減目標は、詰め替え（補充）や再利用を基本とする代替策を開発することに重点を置く行動計画に沿うものとする。
- ・ **プラスチックの生産における拡大生産者責任（EPR）を徹底する。** その方策として、プラスチックの使用、廃棄およびリサイクルのシステムについての透明性を国際的に確保し強化するために、不要な使い捨て包装をする企業を規制し、「ゆりかごから墓場まで」製品を追跡することを求める。



## 参考文献

- Alloway, B.J. (1990). Heavy metals in soils. John Wiley and Sons, Inc. New York, ISBN 0470215984
- Arnika, Ecoton, IPEN, Nexus3 (2019): Plastic waste flooding Indonesia leads to toxic chemical contamination of the food chain. [https://ipen.org/sites/default/files/documents/indonesia-egg-report-v1\\_9-web.pdf](https://ipen.org/sites/default/files/documents/indonesia-egg-report-v1_9-web.pdf)
- ATSDR (2004a) Toxicological Profile for copper. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), United States Public Health Service, September 2004
- ATSDR (2004b) Toxicological Profile for Strontium. The United States Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, April 2004
- ATSDR (2005a) Toxicological Profile for nickel. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), The United States Public Health Service, August 2005
- ATSDR (2005b) Toxicological Profile for zinc. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), The United States Public Health Service, August 2005
- ATSDR (2007) Toxicological Profile for Arsenic. The United States Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, August 2007
- ATSDR (2012) Toxicological Profile for Cadmium. The United States Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, September 2012
- ATSDR (2019) Toxicological Profile for antimony. The United States Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, October 2019
- Bahaa-Eldin, E. A. R., Yusoff, I., Rahim, S. Abdul, Wan Zuhairi, W.Y. and Abdul Ghani, M.R.(2008): Heavy Metal Contamination of Soil Beneath a Waste Disposal Site at Dengkil, Selangor, Malaysia, Soil and Sediment Contamination, 17:5,449-466 DOI: 10.1080/15320380802304342; URL: <http://dx.doi.org/10.1080/15320380802304342>
- Behl M, Elmore SA, Malarkey DE, et al. (2013) Perinatal toxicity and carcinogenicity studies of the styrene-acrylonitrile trimer, a groundwater contaminant. *Toxicology*. 314(1):84-94. DOI: 10.1016/j.tox.2013.09.006. <https://europepmc.org/article/med/24060431>
- Chae, Y., & An, Y.-J. (2018). Current research trends on plastic pollution and ecological impacts on the soil ecosystem: A review. *Environmental Pollution*, 240, 387–395. doi:10.1016/j.envpol.2018.05.008 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749117348637/>
- CHEM Trust (2017): No Brainer - The impact of chemicals on children's brain development: a cause for concern and a need for action <https://www.chemtrust.org/wp-content/uploads/chemtrust-nobrainer-mar17.pdf>
- Cooper RG, Harrison AP. The exposure to and health effects of antimony. *Indian J Occup Environ Med*. 2009;13(1):3-10. doi:10.4103/0019-5278.50716 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2822166/>
- Coxon, T., Goldstein, L., & Odhiambo, B. K. (2018). Analysis of the spatial distribution of trace metals, PCB, and PAH and their potential impact on human health in Virginian Counties and independent cities, USA. *Environmental Geochemistry and Health*. doi:10.1007/s10653-018-0172-2 <https://link.springer.com/article/10.1007/s10653-018-0172-2>

Cristale, J., Belé, T. G. A., Lacorte, S., & de Marchi, M. R. R. (2018). The occurrence of flame retardants in landfills: a case study in Brazil. *Environmental Research*. doi:10.1016/j.envres.2018.10.010  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935118305449>

Department of the Environment (DOE) Malaysia (2009). Environmental Quality (Control of Pollution From Solid Waste Transfer Station And Landfill) Regulations 2009  
[https://www.doe.gov.my/portalv1/wp-content/uploads/2015/01/Environmental\\_Quality\\_Control\\_of\\_Pollution\\_From\\_Solid\\_Waste\\_Transfer\\_Station\\_And\\_Landfill\\_Regulations\\_2009\\_-\\_P.U.A\\_433-2009.pdf](https://www.doe.gov.my/portalv1/wp-content/uploads/2015/01/Environmental_Quality_Control_of_Pollution_From_Solid_Waste_Transfer_Station_And_Landfill_Regulations_2009_-_P.U.A_433-2009.pdf)

Department of the Environment (DOE) Malaysia (2015). Contaminated Land Management and Control Guidelines No. 1: Malaysian Recommended Site Screening Levels for Contaminated Land. Department of Environment, Ministry of Natural Resources and Environment Malaysia.  
[https://doe.gov.my/portalv1/wp-content/uploads/2015/11/Contaminated-Land-Management-and-Control-Guidelines-No-1\\_Malaysian-Recommended-Site-Screening-Levels-for-Contaminated-Land.pdf](https://doe.gov.my/portalv1/wp-content/uploads/2015/11/Contaminated-Land-Management-and-Control-Guidelines-No-1_Malaysian-Recommended-Site-Screening-Levels-for-Contaminated-Land.pdf)

Dsikowitzky, L., Nordhaus, I., Jennerjahn, T. C., Khrycheva, P., Sivatharshan, Y., Yuwono, E., & Schwarzbauer, J. (2011). Anthropogenic organic contaminants in water, sediments and benthic organisms of the mangrove-fringed Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 62(4), 851–862. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.02.023  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X11000828>

Emery, R. J., Papadaki, M., Freitas dos Santos, L. M., & Mantzavinos, D. (2005). Extent of sonochemical degradation and change of toxicity of a pharmaceutical precursor (triphenylphosphine oxide) in water as a function of treatment conditions. *Environment International*, 31(2), 207–211. doi:10.1016/j.envint.2004.09.017  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412004001680>

Filella, M., Belzile, N., Chen, Y.W. (2002). Antimony in the environment: a review focused on natural waters II. Relevant solution chemistry. *Earth-Science Reviews* 59: 265-285

Greenpeace e.V., Friends of the Earth Germany (BUND), Heinrich Boell Foundation, Bundesverband Meeresmuelle.V., Deutsche Umwelthilfe DUH, German Ocean Foundation, food & water Europe, Hej-support health environment justice, Green Bauhaus Foundation, Surfrider Foundation Europe, Women Engage for a Common Future WECF, (2020). Ways Out Of The Plastic Crisis, Demands From German Civil Society. [https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/leporello\\_wege-aus-der-plastikkrise\\_009\\_eng\\_webversion.pdf](https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/leporello_wege-aus-der-plastikkrise_009_eng_webversion.pdf)

Greenpeace Malaysia. (2018). The Recycling Myth, Malaysia and the broken global recycling system. <https://storage.googleapis.com/planet4-southeastasia-stateless/2019/04/7c9f822c-7c9f822c-the-recycling-myth-malaysia-and-the-broken-global-recycling-system.pdf>

Greenpeace Research Laboratories. (2019). Greenpeace Research Laboratories Analytical Results 2019-05: Organic contaminants and metals in samples of water, soil, sediment and plastic from waste dumpsites in Malaysia : <http://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2020/05/GRL-AR-2019-05.pdf>

Heng, K. C. (2019). After 'The Recycling Myth' Report: Updates from the Field. Greenpeace Malaysia. <https://www.greenpeace.org/malaysia/story/1272/after-the-recycling-myth-report-updates-from-the-field/>

Jurewicz, J. and W. Hanke (2011). "Exposure to phthalates: Reproductive outcome and children's health. A review of epidemiological studies." *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 24(2): 115-141

Khairiah, J., Habibah, J., Ahmad Mahir, R., Maimon, A., Aminah, A. and Ismail, B.S.: Studies on Heavy Metal Deposits in Soils from Selected Agricultural Areas of Malaysia: *Adv. Environ. Biol.*, 3(3): 329-336, 2009

Khan, S., Munir, S., Sajjad, M., & Li, G. (2016). Urban park soil contamination by potentially harmful elements and human health risk in Peshawar City, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Journal of Geochemical Exploration*, 165, 102–110. doi:10.1016/j.gexplo.2016.03.007 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375674216300668>

Labunska, I, Harrad, S., Wang, M., Santillo, D., Johnston, P. (2014) Human Dietary Exposure to PBDEs Around E-Waste Recycling Sites in Eastern China, *Environmental Science Technologie* 48 (10)

Labunska, I, Abdallah, MAE, Eulaers, I, Covaci, A, Tao, F, Wang, M, Santillo, D, Johnston, P & Harrad, S 2015, 'Human dietary intake of organohalogen contaminants at e-waste recycling sites in Eastern China', *Environment International*, 74, 209-220. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.10.020>

Labunska, Iryna (2017). Environmental contamination and human exposure to PBDEs and other hazardous chemicals arising from informal e-waste handling. University of Birmingham. Ph.D.

Lyche, J. L., A. C. Gutleb, A. Bergman, G. S. Eriksen, A. J. Murk, E. Ropstad, M. Saunders and J. U. Skaare (2009). "Reproductive and developmental toxicity of phthalates." *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*, 12(4), 225-249.

Mosbergen, D. (2019). She Wanted Her Town To Breathe Clean Air. She Got Death Threats Instead. *HuffPost*. [https://www.huffpost.com/entry/malaysia-jenjarom-activists-plastic-recycling\\_n\\_5c99e86ce4b0d42ce3606110?fbclid=IwAR3lw2k6FPiB8yO3lPpac6YdbzkNFzviMWmHJK39nxfmcBgmQCwpaqpKuE](https://www.huffpost.com/entry/malaysia-jenjarom-activists-plastic-recycling_n_5c99e86ce4b0d42ce3606110?fbclid=IwAR3lw2k6FPiB8yO3lPpac6YdbzkNFzviMWmHJK39nxfmcBgmQCwpaqpKuE)

Nambiar, P. (2019). Kedah govt seals off huge illegal dumpsite along Sungai Muda. *FMT News*. <https://www.freemalaysiatoday.com/category/nation/2019/07/28/kedah-govt-seals-off-huge-illegal-dumpsite-along-sungai-muda/>

Nelson L.S. Lai, Karen Y. Kwok, Xin-hong Wang, Nobuyoshi Yamashita, Guijian Liu, Kenneth M.Y. Leung, Paul K.S. Lam, James C.W. Lam. (2019). Assessment of organophosphorus flame retardants and plasticizers in aquatic environments of China (Pearl River Delta, South China Sea, Yellow River Estuary) and Japan (Tokyo Bay). *Journal of Hazardous Materials*, 371, 288-294. doi:10.1016/j.jhazmat.2019.03.029. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389419302845>

POP RC (2006). Risk profile on commercial pentabromodiphenyl ether, UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.1, Stockholm Convention POPs Review Committee. POP RC (2006a). Risk profile on perfluorooctane sulfonate, UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5, Stockholm Convention POPs Review Committee: 34.

POP RC (2007). Risk profile on commercial octabromodiphenyl ether, UNEP/POPS/POPRC.3/20/Add.6, Stockholm Convention POPs Review Committee.

POP RC (2014). Risk profile on decabromodiphenyl ether (commercial mixture, c-decaBDE), UNEP/POPS/POPRC.10/10/Add.2, Stockholm Convention POPs Review Committee: 58

POP RC (2015). Risk profile on short-chained chlorinated paraffins, UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2, Stockholm Convention POPs Review Committee: 47.

POP RC (2016). Risk profile on pentadecafluorooctanoic acid (CAS No: 335-67-1, PFOA, perfluorooctanoic acid), its salts and PFOA-related compounds, Stockholm Convention POPs Review Committee, UNEP/POPS/POPRC.12/11/Add.2, Stockholm Convention POPs Review Committee: 34

Rai, P. K., Lee, S. S., Zhang, M., Tsang, Y. F., & Kim, K.-H. (2019). Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environment International*, 125, 365–385. doi:10.1016/j.envint.2019.01.067 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018327971>

Salomons, W. and Forstner, U. (1984). *Metals in the hydrocycle*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, ISBN 3540127550

State Environmental Protection Administration (SEPA). (1995). Environmental Quality Standards for Soils. China. GB. 15618-1995.

Swan, S. H. (2008). Environmental phthalate exposure in relation to reproductive outcomes and other health endpoints in humans. *Environ Res*, 108(2), 177-184.

Verma, R., Vinoda, K. S., Papireddy, M., & Gowda, A. N. S. (2016). Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 701-708. doi:10.1016/j.proenv.2016.07.069 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187802961630158X>

Vivek P.P. 2014. Sustainable model of plastic waste management. *International Journal of Chem Tech Res*. 07(01), pp 440-458. [http://sphinxσαι.com/2015/ch\\_vol7\\_no1/6/\(440-459\)%20014.pdf](http://sphinxσαι.com/2015/ch_vol7_no1/6/(440-459)%20014.pdf)

Wu, S., Zhou, S., Bao, H., Chen, D., Wang, C., Li, B., ... Xu, B. (2018). Improving risk management by using the spatial interaction relationship of heavy metals and PAHs in urban soil. *Journal of Hazardous Materials*. doi:10.1016/j.jhazmat.2018.09.094 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389418308884>