



## 嫌われ者の♂ プラスチック

明治大学理工学部応用化学科教授  
文=永井一清



### あっ、いじめられてる…

#### プラに触るなよ!

いつの頃からであろう、プラスチックが悪者であるとされたのは、「プラに触るなよ!」というくらいに、学校のクラスであったり、職場であったり、ママ友であったり、標的にされてしまった。このような状況になったら、黙って身を隠し、嵐が過ぎ去るのを待つしかない。

日本国内での転換期は、筆者が考えるに2018年である。カメの鼻からプラスチックストローを引き抜く衝撃的な映像を、誰でも一度は目にしているのではないかな。それに連動して、プラスチックストローだけでなく、ペットボトルやレジ袋で水面が見えないほど覆われた海岸の映像が流され始めた。言葉を失う光景である。

でも海外の映像ばかりである。日本国内ではインパクトのある映像が撮れないからかもしれない。そのような場面があるとすると、すぐに報道されて、各自治体が迅

速に対応を検討する。ごみ処理の社会システムが構築された日本で大量のプラスチックごみがあったとしたら、トラックで運んでいってドサツと捨てる、いわゆる不法投棄であるからである。

日本では海よりも、人目の付かない山奥の方で見受けられ、地元の人が気付くまでそのままとなる。気付いたとしてもその処理には費用がかかるため、各自治体の予算に限りがあることから何とかしたい気持ちとは裏腹に、そのままの状態が続いてしまうことの方が多いのではないであろうか。

#### プラスチックのおかげで お友達に戻れた

ストローはプラスチック製より、自然から生まれた木製の方がエコであるとうたわれ始めた。私の記憶が確かならば、その少し前は、割り箸がいじめにあっていた。事の発端は忘れてしまったが、飲食店での木製の割り箸の利用が問題視

され社会で騒がれ、プラスチック箸に置き換わっていった。今、木は人間のお友達に戻っていった。

同じくお友達に戻してもらえたものが紙である。紙製のストローも大人気である。ペーパーレス化が叫ばれ、あれだけいじめられてきたのによく持ちこたえてきたと思う。

木や紙はプラスチックをどう思うであろうか。いじめられる側の気持ちが痛いほどわかっている。しかしながら、プラスチックには「ごめん」と思うが、また自分がいじめられないようにと、流れに合わせていくことであろう。

材料からのつながりである、カメの鼻にプラスチックストローが刺さっていたことは、プラスチックでなくても、直径が1センチより細く、それなりの強度があり細長いものであれば刺さる可能性がある。プラスチック問題を解決するために紙や木、ステンレスでストローを作りました…、冷静にみってみると、全てカメの鼻に突き刺さってしまう形状である。プラスチック製造に関わる多くの方々が即座に思っていたはずだが、火に油を注ぐことになるので今は声に出してはいけなくて口をつぐんでいたのかもしれない。

カフェで出されるコールドドリンクは、カップや蓋もプラスチックである。しかしカップや蓋はスルーしている。海にプカプカ浮いているごみの中ではペットボトルが目立つのだが…、みんなまだお友達である。ストローになったプラスチックがスケープゴートになってくれたおかげである。

ストロー、レジ袋の次の標的がスプーンになってくれた。何とか乗り切ったと胸をなでおろしているのかもしれない。

#### 無口なプラさん

人間社会に例えてみよう。プラさんは従順である。反論は一切しないで従ってくれる。上司が求める社員の鏡なのかもしれない。春は人事異動の季節であり、本人の意思とは裏腹に行き先が決まる。ある同じ名字の新入社員がいる。その二人の名字はポリプロピレンさんである。プラスチックの世界ではメジャーで、日本でいうところの佐藤さんや鈴木さんに相当する。

一人の配属先はストローの部署であった。もう一人の配属先は不織布マスクの部署であった。ストローの部署に配属されたポリプロピレンさんは社会から非難を受け、不織布マスクの部署に配属されたポリプロピレンさんは社会から賞賛を受けた。同じポリプロピレンなのに真逆である。配属先で人生が変わると

いうことを実感しているのかもしれない。

ストローに限らず、海にだけでなく、山や川、湖や池、住宅地やオフィス街にでているプラスチックごみは、プラさんが自分の意志で行ったわけでない。人間のボイ捨てや不法投棄に端を発し、風や波に身を任せでさまよっているだけである。

#### みんな親戚なのに

嫌われるのではなく、感謝されたい、好かれない、愛されたい、またはそうなる部署に配属されたい。誰もがそう思うであろう。お友達に戻った木や紙は、家の建材や家具になると、木のぬくもりに癒やされるといわれ愛される。「自然破壊を防ごう」や「森林を保護しよう」という言葉は聞こえてこない。

プラスチックは、木と紙の親戚である。高校の教科書では高分子化合物とよんで教えられているものであり、炭素という同じ元素でできている。実は血がつながっている「いとこ」のような関係。木の成分を

すのこや網の上に広げると紙になり、繊維にするとレーヨン、セロハンだって元々は木のパルプだ。天然の木からだけでなく石油からも合成できるようになって親戚が増えていき、名前や愛称も多くなっていったものである。石油は「化石燃料」といわれるように、大昔に自然に生えていた木や植物などが地中で「液状の化石」になったものである。今ある木や植物からも石油が作れるということでもある。主な用途が燃料であったので燃料と付けられているが、石油はプラスチックなどの化学品だけでなく医薬品や食品などの原料でもある。みんな炭素という同じ元素でできている親戚である。

気付いていない人も多いが、人間社会に溶け込んでいるプラスチックはまだある。ペットボトルの「ペット」はポリエチレンテレフタラートの略称PETからきている。PETはポリエステルの一員で、繊維にもなる。ポリエステルにはポリカと呼ばれるポリカーボネートもいる。メガネのレンズはほぼ100%ポリカだ。自動車やバイク、新幹線、飛行機などの窓やライトのレンズにも重宝されている。透明性が高いとしてコロナ対策に活躍するアクリル板だって、ポリメタクリル酸メチル。硬質プラスチックの一種で、水族館の大型水槽や光ファイバーにも用いられている。

嫌われるか、好かれるかは、材料というより用途によるのかもしれない。



永井一清 Nagai Kazukiyo ● 明治大学理工学部応用化学科教授  
クリーンエネルギー(水素・H<sub>2</sub>)の精製、有機ELや太陽電池に用いられる次世代高分子機能膜などのための新素材プラスチックを開発中の研究者





## 嫌われ者の プラスチック

明治大学理工学部応用化学科教授

文=永井一清



### それ意味あるのかな…

#### お出迎えはプラスチック

待ちに待った夏休み、今年はどこに行こう。アウトドア派orインドア派、海外旅行派or国内旅行派、人の好みはまちまちである。でもコロナで行けないか…。

どこの観光地に行こうが必ず出会えるのが、プラスチックごみである。よく見るとプラスチックだけでなく、木、紙、金属、ガラスもいる。でも「汚いな～、なんでいるんだよ～」と嫌われる。ポイ捨てされた上に罵倒され、誠に気の毒である。

日本でプラスチックがいじめられるはるか前に、ヨーロッパの緑豊かな内陸部に住んでいる知人たちから聞いた話がある。こんなこともあるんだ、大変だな～と、その時は人ごとのように思っていた。

週末に大自然の中で家族や友人たちと心地良いひとときを過ごす。アウトドアでの食事は格別だ。

自慢の手料理や人気のテイクアウトを皆で楽しむ。昼間からお気に入りワインも空けよう。御一行様が立ち去った後はというと…、食べ物を入れていた容器や取り皿、ナイフやフォーク、空き缶や空きビンなどが置かれたままになっている。それらを運ぶために活躍したレジ袋も残されている。地元の人たちの間では、このような散乱したごみが問題視されていた。

屋外での飲食を禁止することは現実的ではないため、町の条例で使ってよいもの、使って悪いものを取捨選択することになった。議論を進めるうちに当事者である地元民の他にもさまざまな立場の人がいることからか、こっちの方がCO<sub>2</sub>の排出量が少ない、あれを使うとプラの使用量を何パーセント削減できる、これは植物由来だから自然に優しいはず…というような多様な意見も出され、いわゆる「ブラック校則」のようなよく分からないけれども従わないと怒られるルールになって

いったとのこと。でもよそから来る人にどう周知すればよいのかという壁にぶつかり、結局決められなかったようだ。

地元の人たちは、一番目立っているプラスチックの使用禁止や代替を求めているのではない。温暖化や資源といった地球規模の問題も大切だが、そんな大きなことを言っていたのでもない。「観光スポットを汚すな」、「家や店の前にごみを捨てていくな」、つまりプラスチックだけでなく、紙、ビン、缶も含めて材料にではなく「ポイ捨てに」怒っていたようだ。「ちょっと歩けばごみ箱があるのだから、横着せずにごみはごみ箱に捨ててもらいたいよ」、知人は苦笑しながら話していた。

新しい生活様式に乗じて日本では「路上飲み」なる言葉も一般化し、缶ビールやワインのビンなどの散乱が問題視されている。最近のごみ問題の議論を聞くたびに、当時の話を思い出す。

#### 部屋が物でいっぱい

人間はすぐに飽きる生き物だ。新しいものにワクワクしていても慣れてくると退屈になり、何か別の新しいものを求める。生活が豊かになればなるほど、魅力的な商品が増えていく。洋服や趣味の品々、朝昼晩の食事など、人々の欲求を満たすために、新しいもの、より刺激的なものが提供されていく。プラスチックに限らず社会に物が溢れている。これらはいつかごみとして捨てられる。つまり物が増えれば増えるほど将来のごみ処理量が増えること

を意味している。世界の流れとしては、満足さを維持しつつ、社会全体に出回る品物の総量を減らすことが求められている。リデュースとよばれる考え方だ。

商売の仕方も考え直さなければならなくなってきた。例えば飲食店ではあらかじめテーブルの上に、箸やナイフ・フォーク・スプーン、塩・コショウなどの調味料、ナブキンなどを置いておくのが一般的である。テイクアウト店やコンビニでも、食べるときに使うので準備している。持ち運ぶためのレジ袋も必要である。無料で提供されているように見えるがこれらの経費も料金を設定する際に考慮されている。全てが料金に含まれるという意味の「オールインクルーシブ」の先駆けのような考え方であり、その時に実際に使用するかしないかは問われていない。料理も全部食べるとは限らず残す人もいる。これは食品ロス（フードロス）の問題だが。

#### 使う分だけ買えばいい

リデュースの方法は色々ある。一つの例として「オールインクルーシブ」を「ばら売り」にする考え方を紹介しよう。経費として計上していた箸、ナイフ、フォーク、スプーンなどにも一つ一つに値段を付けて商品として置いておき、必要な人が必要な数だけ取ってレジで精算する方式である。

日本のコンビニに当てはめてイメージしてみよう。お昼にカレーライスを買うとする。お弁当コーナーのカレーライスの一つ取る。近くに、



一つ一つ包装されバーコードの付いたプラスチックが陳列されている。食べるときにスプーンが必要なので一つ取る。レジに向かう途中に一枚一枚バーコードの付いたレジ袋が陳列されている。持ち運ぶためにレジ袋が必要なので一つとる。レジで店員さんが、カレーライス、プラスチックスプーン、レジ袋のバーコードを読み取り、商品3点の合計金額を払って店を出るといった感じである。

マイバッグを持っていたらレジ袋を買う必要は無い。自宅に持ち帰って食べる際にスプーンがあったら買わなくてもよい。買ってはいけない、使ってはいけないというのではなく、お客さんが手に取らなかった商品が、社会に出回らないようにしただけである。システムが変わるので、商品の価格設定も変わってくる。この手法は住宅地、ビジネス街、観光地などの地域性やライフスタイルに影響する国民性によっても効果が異なる。

買ってはいけない、使ってはいけないとする場合は「使用禁止」に

すればよい。実際に上記のものを使用禁止にしている国もある。プラスチックを使いたいが、ごみ処理施設の処理能力が限界でプラスチックごみをこれ以上受け入れられないとか、モラルに頼れずポイ捨てによる環境被害を防ぐことが不可能であるなど、根本的に社会に出回っては困るという理由からだ。

さて、「ばら売り」のような考え方が日本にも入ってきた。ところがレジ袋では、厚手の袋は対象外、バイオマス素材が入っていたら無料であり、この商売では有料化は例外となる、紙は代替品だから無料でありなど細分化されていて複雑である。さらに有料化されてから、マイバッグとして「プラスチック素材のエコバック」やごみ出し用として「持ち手のついたポリ袋（レジ袋）」がよく売れているとも聞く。

対策の狙いや理由が分からないまま行動している人の方が多いのかもしれない。



永井一清 Nagai Kazukiyo ● 明治大学理工学部応用化学科教授  
クリーンエネルギー(水素・H<sub>2</sub>)の精製、有機ELや太陽電池に用いられる次世代高分子機能膜などのための新素材プラスチックを開発中の研究者



## 嫌われ者のプラスチック

明治大学理工学部応用化学科教授  
文=永井一清



### まだ食べられるよ…

#### 今日は何を食べよう

楽しみの一つが食事という人も多いであろう。飲食店はもちろんコンビニ弁当やスーパーの総菜コーナーなどでもバラエティに富んだ料理が増えてきた。お値段も手ごろで栄養バランスもよく、見た目の彩りも鮮やかだ。実は、コロナ禍前からその兆しがあった。日本では単身者の増加や働き方の多様化で、「おひとりさま」に限らず、手軽に一人分の食事を取りたい人が増えてきたからだ。カップ麺やお菓子の種類・サイズも豊富になってきた。

選べるということはお客さんにとっては好ましいが…、食品ロス(フードロス)の話題を耳にする機会も増えた。皮肉なことだ。

「ロス」というと、人気のアニメやドラマが最終回を迎えたり、アイドルグループで推しメンが卒業したりしたときにも使われる。明日からどうやって生きていこうかと思いつく人も現れる。食品はどうで

あろうか。冷蔵庫をあさって品物に手を伸ばす。「えっ…、腐ってるじゃん」と言って捨てても、すぐに同じものが買える。同じ「ロス」でも大きく異なる。

#### これからも売ってくれるかな～

フードロスと聞くと、飲食店や小売店による大量廃棄や規格外農作物の畑での廃棄を思い浮かべる人が多いであろう。調理済みの食品や出荷前の農作物を失っているイメージが強い。貧困家庭の子どもたちへの援助が語られることもある。実際に行われているさまざまなフードロス削減のキャンペーンでは、「もったいない」と「食べ物を必要としている人に届けたい」という人々の

気持ちをつなげようとしている。

あまり日本で報道されていないことがある。それは「水」。農業では大量の水を使う。また畜産では餌の穀物だけでなく飲み水を与える。地球上には塩分が含まれている海水は大量にあるが、人や動植物が生きていくためには塩分が含まれていない水、すなわち淡水が必要。しかし淡水が陸地で確保できなくなっている。日本でも、夏場に水不足が叫ばれることを思い出してほしい。

食料の輸入は海外の生産地にある水を輸入することと捉える考え方がある。輸入している食料を仮に自分の国で作るときに用いる水の量に置き換えたとき。これを仮想水と呼び、貿易で移動する水の量を数値化している。食料を海外からの輸入に大きく頼っている日本は、水の輸入大国。輸入した穀物やそれを加工した食品を廃棄するこ



▲牛肉1キロは、仮想水に換算すると20,000リットル(20トン)以上になる

とは、輸入した水も無駄に廃棄したと同様になる。

さらに穀物でいえば、農業生産から加工、販売、その流通過程でもエネルギーを使用している。言い換えると、温室効果ガスである二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を排出しているということ。せっかく作った食料を廃棄するということは、CO<sub>2</sub>も無駄に排出してしまったこととなる。

時代とともにフードロスの「ロス」は間接的な部分にまで広がってきているということがわかるのではないかな。つまり廃棄するのは、そのときに自分の目に見える物質だけではないということだ。生鮮食品、加工食品やその原料の農産物、畜産物、水産物の他に、大量の水やCO<sub>2</sub>も無駄にしている。近い将来、食品の廃棄に関わるすべての項目を網羅するような、新しい指標ができるかもしれない。地球規模で考えるSDGsにも通じる。無駄にしないために、今までは廃棄して終わりであったものを、動物の餌や農業の堆肥として循環利用する動きも活発化している。

日本の食料自給率はカロリーベースで4割を切った。50年後、100年後も6割も食料を海外から安定して輸入できるだろうか。異常気象により世界各地で農産物や水産物の生産が不安定となり、食料の奪い合いがすでに始まっている。日本では食料の安定した確保に努めつつ、「ロス」の割合を下げる必要が増えていく。自然災害はコントロールできないが、コンビニやスーパーで食べ物を買ったあとは、私た

ちの意思で「ロス」を減らせる。その努力を支える縁の下の力持ちがプラスチックだ。

#### 働くプラスチック

コンビニやスーパーに行ったら、私たちのために頑張って働いているプラスチックの勇姿を見てほしい。気が付いているだろうか。調理してから運んでいる間に異物が入らないように守ってくれている。店頭でお客さんに触られても中身をしっかりガード。ほこりや虫が飛んできて安心。プラスチック包装の「未開封」の状態は、商品の安全安心の証だ。

買ったものはいつまで食べられるのか。お店の人たちは親切である。例えば「〇月〇日〇時まで食べてください。」と、時間まで表示してくれている。これは食品衛生法という法律によるもので、期限の表示方は消費期限と賞味期限の二種類。お弁当やサンドイッチなどの傷みややすい商品には消費期限を、スナック菓子やカップ麺のように長く保存できる商品には賞味期限を表示している。違いは「費」と「味」の一文字だけだが、意味は大きく異なる。

消費期限は、商品を買ったら早めに食べる。その名の通り食べても大丈夫な期限だ。家でお弁当を作って学校や職場に持っていくときと同じ感覚でいる方が良い。

一方、賞味期限は商品の「味」が保証できる期間。ほとんどの場合、製造・加工時に微生物の殺菌処理が施され、空気や水に触れないよう



にプラスチック容器で密閉されている。だから腐らないカビも生えてこない。お弁当のカレーは1日で傷んでしまうが、レトルトカレーは1年以上品質が変わらない。

このように汗をかいていても嫌われているのがプラスチック。でも自分から反論はしない、というよりできない。今の時代を映しているような働き方にも思える。プラスチックは、昼夜を問わず食の安全安心を守り、フードロス削減を下支えしている。今や途上国への食料援助にもプラスチック包装は不可欠だ。

コロナ禍で「エッセンシャルワーカー」という言葉も耳にするようになった。敬意と称賛に値する働きをしてきているのに、時に差別的な発言や行為がご本人やそのご家族に向けられているとも聞く。プラスチックの今と重なる。

とは言いながらも先日、病院の方々に近所の子どもたちから感謝と励ましのメッセージが届けられたという心温まるニュースを見た。またスーパーのリサイクル回収ボックスには、丁寧に洗浄された食品トレーやペットボトルが持ち込まれている。

実は、批判的な言動をする人はごく一部で、裏方の努力に目を向けてくれている人の方が多いのかもしれない。



永井一清 Nagai Kazukiyo ● 明治大学理工学部応用化学科教授  
クリーンエネルギー(水素・H<sub>2</sub>)の精製、有機ELや太陽電池に用いられる次世代高分子機能膜などのための新素材プラスチックを開発中の研究者



## 嫌われ者の♫ プラスチック

明治大学理工学部応用化学科教授  
文=永井一清



## これってプラなの…?

### 実は、コラボしている

ごみを捨てる時に商品を裏返してみる。そこにはリサイクルをイメージした「プラ」マーク。でも「えっ…本当にプラ?」と思うときがあるのではない。例えば、ポテトチップスや冷凍食品の袋。銀色の光沢…、どう見てもアルミなどの金属が使われているのに「プラ」になっているからだ。

今の容器包装は一つの材料だけでなく複合化、つまり材料のコラボが行われている。そこで日本では、複合材の中で重量比が大きい方の業者が引き取り、その後のリサイクル処理にまわすルールが作られた。つまり、ポテトチップスや冷凍食品の袋では、きらびやかなアルミの方が助演ということ。主演のプラスチックより目立っているように感じるが、無色透明では影が薄くなって

仕方がない。

効率的なリサイクルには分別収集が不可欠。材料が何であり、どの回収ルートでリサイクルするのか、一目で判別できる必要がある。識別マークはそのために作られた。プラスチック製容器包装の他にも、アルミ缶やスチール缶のマークを目にしたことがあるだろう。

飲料では紙製容器も多い。この識別マークには紙製容器包装と飲料用紙パックの2種類ある。前者は200 mLサイズのプラストロー付き野菜ジュースなど、後者は1 Lサイズの牛乳などで見かける。紙製とうたわれながらも実際に紙だけだと中の液体が漏れてしまうため、両者とも紙の外装と内壁にプラスチックが貼り合わせてある。それに加えて前者ではアルミ箔も挟んでいて、プラストローのわずかな差し込み口から銀色で存在をアピールしている。でも、容器本体にプラスチックが使われて

いることに気付いてくれる人は少ない。無色透明な上に助演では識別マークに表示されないからだ。

### 実は、リサイクルを前提に作られている

あまりにも当たり前すぎて意識されていないかもしれないが、日本はごみの分別収集システムが非常に優れている。これは世界に誇るべきことである。思い付くだけでも、ペットボトル、プラ容器、空き缶、空き瓶、紙類、乾電池、小物金属、粗大ごみ…が挙げられる。あらかじめ分別してあるとそれぞれのリサイクル施設で異物を取り除く手間が省けて大変助かる。一方、可燃ごみや不燃ごみとして出すと、焼却や埋め立ての施設に運ばれるためリサイクルはされない。

識別マークの導入により、容器包装は使用後にリサイクルすることを前提に作るようになった。あらかじめリサイクルしやすいように工夫した設計を施しているということだ。

日本の清涼飲料用のペットボトル商品には、ある共通点があることをご存じだろうか。ボトル本体とキャップ、ラベルで構成され、3つともプラスチック製だ。ボトル本体はポリエチレンテレフタレート製のみで添加物の使用はNG。キャップはポリエチレンかポリプロピレン製。ラベルは全部貼り付けずに剥がせるようになっている。昔は、ボトル自体に着色したものやボトル本体に直接印刷されたものもあったが、ペットボトルのリサイクルを効率良く進めるために産業界で仕様

を統一したのだ。

### 実は、意外と考えて作られている

食品や飲料の容器包装のうち、プラスチック部分は無添加の無色透明なものが多い。一方、肉や魚の食品トレーは白色。卵白を泡立てると白いメレンゲになるように、無添加でも発泡させると白色になるからだ。それぞれ、不特定多数の人が触れることを念頭に作られ、最後に手にした人が飲食す

るまで、衛生面などの安全安心を守ってくれている。そのため容器包装は、飲食後にすぐ捨てる。つまり1回だけの使用でリサイクルに回す設計だ。複合材でも剥がしてリサイクルする。

これとは別の考え方で作られている商品もある。例えば、洋服。洗濯をして繰り返し着ることを前提に作られている。もう着ないとなったら、使うから欲しいという人にタダであげる場合もあれば、ネット上や対面のフリマなどで売買する場合もある。いわゆるリユースと呼ばれるもので、物を大切に再活用する手法だ。スマホアプリが普及したこともあり、身近な存在となっている。これも最後はリサイクルに回す。

このようにリサイクルまでに1回だけ使うのか、複数回使うのか、目的によって使い分けている。どちらにしても、リサイクルすることが大前提。

お役御免となり捨てる時の呼び



名はひとくりに「ごみ」。しかしリサイクルで再利用されるものは「資源ごみ」、使い終わった後にポイ捨てや不法投棄で自然環境中に出されてしまったものは「散乱ごみ」と呼ばれる。「資源ごみ」になるのか「散乱ごみ」になるのかは、人のモラルによるところが大きい。

### 実は、リサイクルは最後の手段!

平日の朝、月曜日はプラの日、火曜日は空き缶の日、水曜日はミックスペーパーの日…と、分別した「資源ごみ」のごみ出しがルーティン。学校、職場、駅などでも、ごみ箱が「資源ごみ」ごとに設置されている。商品のテレビコマーシャルでもリサイクルを進めようとアピールしている。リユースするフリマツールも盛況だ。エコ意識も高まる。

でも何か忘れていないか。3Rという取り組みを思い出して欲しい。

学校でも教えている、リデュース・リユース・リサイクル…そう、リデュース\*だ。

そしてこの3Rは知っていても、ほとんど意識されていないことがある。それは優先順位である。優先順位の1番目はリデュース。まずごみの排出量を減らすために、ごみになる物の体積、重さ、品数で減らせるものは減らそうということ。消費者として取り組める第一歩は、本当に必要かどうか

を考えて買い物をする事だ。2番目はリユース。購入した商品は使える限り繰り返し使うこと。修理できたら修理して使う。自分が使わなくなったなら必要な人に譲るのもよい。そして最後の手段がリサイクルだ。「資源ごみ」を一括収集し、効率よく原料などに戻して再生利用することである。3Rの用語の順番にも意味があるのだ。

「リサイクルしています、リユースしています、だから地球に優しいです」。このアピールが皮肉にもその前に取り組んでもらいたいリデュースの大切さを薄めているのではない。そして自分自身が当事者として貢献できることに気付かないまま、日々の生活を送ってしまっている人の方が多いのかもしれない。

\*リデュースの詳細については、第2回(2021年7月号)もご参照ください。

永井一清 Nagai Kazukiyo ● 明治大学理工学部応用化学科教授  
クリーンエネルギー(水素・H<sub>2</sub>)の精製、有機ELや太陽電池に用いられる次世代高分子機能膜などのための新素材プラスチックを開発中の研究者





## 嫌われ者のプラスチック

明治大学理工学部応用化学科教授  
文=永井一清



### 「なんとなく」で嫌われた…

#### もしかしてこれもプラ?

ほんの数秒でよい。このエッセイから目を離して、まわりを眺めてみてほしい。気が付いてもらえただろうか。あっちもこっちもプラスチックだらけだ。手元のペン、スマホの充電ケーブル、イヤホン…、消しゴムは「プラスチック消しゴム」と自らプラスチックを名乗っている。メガネやコンタクトレンズもプラスチック。着ている服のタグを見るとポリエステル、ポリウレタン、アクリル、レーヨン…とプラスチックの名前のオンパレード。リビングでは、エアコン、テレビ、Blu-ray、それらを動かすリモコンもプラスチック製だ。キッチンでもボウルやタッパー、ラップもプラスチックでできている。冷蔵庫の扉を開けばそこは…、

ザ・プラスチックワールド!

家の外に出てもやっぱりプラスチック。電車やバスの「吊り革」は、正確に言うと「吊りプラ」になっている。座席シートはナイロンやポリエステル製、床にはポリ塩化ビニル製シートが敷かれ、壁や天井板は繊維強化プラスチックで保護されている。車やバイク、自転車にもプラスチックが不可欠。安全性を維持しつつ、軽量化で低燃費に貢献している。ママチャリで子どもを守ってくれているのもプラスチックだ。

プラスチックは私たちの生活に無くてはならない、今や空気のような存在。あることさえも忘れてしまっている。

ここまでプラスチックが使われると、1/1スケールのプラモデルの世界ではないか。ドールハウスや鉄

道ジオラマのようなおもちゃの世界が現実になってくる。ブロック玩具を組み合わせたいものが作れるような未来になるであろう。

#### いまさら聞けないけれど

一方、プラスチックが嫌われたためか、プラスチックを使用することに罪悪感を持つ人も出てきた。プラスチック製だと分かった瞬間に、恥ずべきことをした、汚いものに触れてしまったといわんばかりに眉をひそめる人もいると聞く。

とある職場の話である。「脱プラスチックを推進します。ペットボトルを買わなくてもいつでも誰もが水分補給できるように、ウォーターサーバーを設置しました」。しかしながら、設置されたウォーターサーバーはプラスチック製、飲み水も巨大なプラスチック製ボトルに入っていて定期的に補充するのに…、それなりの人が気付いたみたいだが、大人なので空気を読んで口にしないで流れに合わせている。プラスチックを材料と捉えておらず、「特定の製品」を指すと考えている人もいるようだ。

人工的に作られたもので、金属、ガラス、陶器でなければプラスチックの可能性が高い。プラスチックはゴムと合わせて高校の教科書では高分子化合物と呼んで教えられている。かみ砕いていうと、硬いものがプラスチック、柔らかいものがゴム。これらを薄く延ばすとフィルムになり、糸状にすると繊維になる。軽くて丈夫で部品や容器の形に合わせて自由に成形加工できる。大変使い勝手がよい。

#### 地球に優しいプラスチック

「脱プラスチック」キャンペーンとは別の流れがあるのをご存じだろうか。地球に優しいプラスチックへの移行だ。植物由来のプラスチックという言葉を目にしたことがある方も多いのではないかと。カタカナではバイオマス由来という。レジ袋に印刷されている「バイオマスプラマーク」の原料だ。

植物由来という点では同じなのだ。が、化粧品やサプリメントのように、植物油や植物に含まれる有効成分がプラスチックに練りこまれているわけではない。植物の糖を発酵させてできたエタノール、いわゆる「お酒」を出発原料として化学合成しているものである。できたプラスチックは石油由来でも植物由来でも同じ化学構造である。バイオと名乗っているが、レジ袋に使われているバイオポリエチレンは石油由来のポリエチレンと、ペットボトルに用いられるバイオポリエチレンテレフタレートは石油由来のポリエチレンテレフタレートと同じ化学構造で、同じ特性である。植物や木は再生可能なことから、地球上で枯渇していく石油資源の代替原料として期待されている。また光合成で生長していくときに温室効果ガスの二酸化炭素を吸ってくれる。つまり地球に優しいといわれるのはカーボンニュート



ラルな再生可能資源を原料として用いているからだ。このエタノールはバイオ燃料としても期待されている。しかし、注意しなければいけないことも。植物由来でも石油由来でも最終的にできたプラスチックの化学構造が同じため、植物由来だからといって自然に戻るわけではないということだ。

#### 地球を汚すプラスチック

自然に戻るとうたわれているのが、

生分解性プラスチックだ。こちらに付けられるのは、「生分解性プラマーク」。生分解性は原料に由来するのではなく、プラスチックの化学構造によるものである。そのため、石油を原料として作られた生分解性プラスチックもある。地球に優しいといわれているのは、特定の微生物の働きにより二酸化炭素と水にまで分解してくれるため固形分がなくなり、ごみの埋立地の寿命を延ばしてくれるからだ。ただし、陸上でも海洋でも都合よく

生分解してくれる微生物がいるとは限らない。ましてや私たちが暮らしている場所のほとんどはアスファルトに覆われているため、分解しようがない。生分解性プラスチックも人間の手で回収して専用の処理施設で処理することが前提で作られている。自然に戻るといっても決してポイ捨てや不法投棄で自然環境中に排出してよいものではないということだ。

このようにバイオマスプラスチックや生分解性プラスチックが地球に優しいのは確かだが、なぜ地球に優しいのかを理解して使わないと、逆に地球を汚すプラスチックになってしまうことになる。別の見方をすれば、このところ一方的に嫌われている石油由来のプラスチックを用いるメリットとデメリットも見誤って生活しているかもしれないということでもある。

ワイドショーなどで好きなタレント・嫌いなタレントのランキングを見るといつも思う。好感度は不変のものではない。時がたつにつれて好き嫌いが逆転することもあるし、両方にランクインする人もいる。プラスチックは長らく「好き」のランキングに入っていたが、数年前に突如「嫌い」に移ってしまった。嫌いの方に投票した人は、実は明確な根拠が無いまま周りの雰囲気にならされてプラスチックを毛嫌いしなければいけないと思っている人が多いのかもしれない。



永井一清 Nagai Kazukiyo ● 明治大学理工学部応用化学科教授  
クリーンエネルギー(水素・H<sub>2</sub>)の精製、有機ELや太陽電池に用いられる次世代高分子機能膜などのための新素材プラスチックを開発中の研究者



## 嫌われ者のプラスチック

明治大学理工学部応用化学科教授

文=永井一清



### 嫌いにならないで…

#### 脱〇〇が好きな日本人

脱プラスチック、脱石油、脱炭素…、日本人は「脱〇〇」が好きだ。〇〇から脱するという意味が分かりやすく表現されているせいか、その時代時代で新しい造語が生み出されてきている。好意的にも批判的にも用いられる用語。後者の場合、〇〇に入れられたものは社会悪と見なされることもしばしばある。冒頭の〇〇に入るプラスチック、石油、炭素（石炭と石油を指す）の三者は、客観的に見ると素行不良な態度を取っているわけでもなく、何も悪いことはしていない。共通するキーワードは温室効果ガスである二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）、別名は炭酸ガス。プラスチックは製造時と廃棄焼却時に、石炭と石油は火力発電やガソリン車の燃焼時にCO<sub>2</sub>を排出している。しかし三者は燃やされて

いる側。このときに燃やしているのは誰なのか…、それは人間である。

身近で同じようにCO<sub>2</sub>を排出している物は他にもある。ご家庭のガスコンロは都市ガスかLPガスを用いている。都市ガスはメタン、LPガスはプロパンやブタンが主成分。それぞれ液化天然ガスと液化石油ガスから得られている。飲食店の炭火焼や屋外でのバーベキューでは木炭などが用いられる。調理するときにCO<sub>2</sub>を排出しているのにスルーされている。意識していないかもしれないが、食事のお供のビールやソーダ、ソーダにもCO<sub>2</sub>が含まれている。天然のCO<sub>2</sub>を含む水は炭酸水だけでなく炭酸泉の温泉でも好まれている。やはり用途により嫌われるか、好かれるか、が決まっているようだ。

大気中にCO<sub>2</sub>は必須。なぜなら植物や木が育つために不可欠だからだ。植物や木がCO<sub>2</sub>を吸って酸

素（O<sub>2</sub>）を吐き出す、そして人間や動物がO<sub>2</sub>を吸ってCO<sub>2</sub>を吐き出し、そのCO<sub>2</sub>をまた植物や木が吸うという自然の循環である。しかし第一次産業革命から産業由来の人工的なCO<sub>2</sub>が増え過ぎたために、地球規模で見たときに循環バランスが崩れたのが問題視されていたはず。そのため冷静に見てもらえば、CO<sub>2</sub>自体も悪くないことがわかる。欧米で用いられている排出と吸収の差し引きが実質ゼロを意味する「Net Zero Emission」が、この問題の本質を的確に表していると思える。つまり、もともと自然界に存在する成分バランスの維持が求められている。

悪影響と好影響のどちらもあるため、ゼロではなく「適量」が求められるときもある。例えば高血圧。血圧を押し上げる塩分の摂取は控えめにした方がよいが、全く取らないと逆に体を壊してしまう。食べすぎはダメ、飲みすぎもダメ…、というように極端すぎるのが問題視されるということだ。

また、太ってきたからとダイエットを始めても、このくらいなら大丈夫と食べすぎてしまいリバウンドすることもよくある。リバウンドというと、コロナ禍での自粛疲れからリバウンド消費という言葉も生まれた。極端すぎると対極に振れてしまうことを物語っている。ここ数年、プラスチックは脱プラスチックの方向に極端に振れている。しばらくするとその影響が明らかになるであろう。

#### 身分を隠すプラスチック

学校では歴史の授業で、江戸時代にキリスト教が弾圧されたことを教えている。表向きには仏教を

信仰していると見せかけてキリスト教の信仰を続けていた者がいた。そう、隠れキリシタンだ。

ここ数年、身分を隠すプラスチックが出始めた。プラスチックと名乗らず、マテリアル、新素材、特殊加工などと名乗っている。複合化した材料でプラスチックの力を借りていても、「これは紙です」、「これは金属です」とアピールする者も出てきた。

プラスチック自身が希望したわけではない。人間がプラスチックを紹介するときに隠し出したのである。好意的に見れば、世間から嫌われないように、いじめられないようにとの親心からではないかと察する。しかしながらこの行為が適切かどうかは議論が必要ではないか。SDGs目標12番に「つくる責任」が挙げられている。やはり堂々とプラスチックと名乗った方がよいと思う。なぜなら、使い終わった後にリサイクル方法が分かるからだ。つまり消費者やリサイクル業者が複合材の組み合わせを判別しやすくすること。消費者が資源ごみとして

どのリサイクルルートに乗せればよいのか、それを受け取ったリサイクル業者がどのリサイクル方法を取ればよいのか明らかにした方が親切であり、その方が地球に優しいのではないのか。

その一方で、コロナ禍が長引くにつれ、プラスチックの存在と果たしている役割に気が付いてくれる人が増えてきた。医療現場だけでなく店舗やご家庭でも、衛生目的から不織布マスク、ウレタンマスク、アクリル板、除菌用アルコールが入っているポリ容器、体温計、CO<sub>2</sub>センサー、空気清浄機など日々お世話になっている。ワクチンの注射器やPCR検査キットもプラスチック製だ。

また、コロナ禍に追い打ちをかけるように、異常気象による自然災害も増えている。そのときにもプラスチックは私たちを助けてくれている。断水した地区で給水車から持ち手の付いた透明なポリ袋に水を入れてある姿は印象的だ。屋根にはブルーシートが被せられ、大切な家を守ってくれている。非常食や飲料水

もプラスチック容器包装類みだ。

「脱プラスチック」と宣言するのは簡単だが、プラスチックがなくなって社会が成り立つのであろうか。今、人間がプラスチックとどう付き合っていくのかが問われている。

#### プラスチックは「ともだち」

古来、人間は木を道具として利用してきた。木の主成分はセルロース、天然のプラスチックだ。化学合成法の発展により、これをレーヨンやセロハンとして再生利用させることもできる。特定の木の樹液からは漆も採れた。自然に放置しておいても固まる性質から接着剤や塗料として使われ始め、その魅力的な美しさから美術品になった漆器もある。樹液というとゴムの木もある。加工前は水あめ状で使い勝手が悪いが、加硫法<sup>※</sup>の発見により弾性のあるゴムができた。車のタイヤだけでなく日用品に幅広く使われている。

100年ほど前に石油から人工的にプラスチックが合成できるようになり、これまでに数多くのプラスチックが作られ、私たちの暮らしに浸透していった。石油もプラスチックも人間の「ともだち」であった。長く一緒にいると、ちょっとしたきっかけからすれ違いやわだかまりが生まれるときもある。1世紀にわたる関係性がある人間とプラスチックでも同じであろう。

近い将来、プラスチックへの誤解が解けると「プラスチックは『ともだち』という日常に戻ってくるのかもしれない。

※加硫法…ゴムに硫黄などの加硫剤と熱を加え、分子を結合させること



永井一清 Nagai Kazukiyo ● 明治大学理工学部応用化学科教授  
クリーンエネルギー（水素・H<sub>2</sub>）の精製、有機ELや太陽電池に用いられる次世代高分子機能膜などのための新素材プラスチックを開発中の研究者

