

# バイオプラ ジャーナル®



発行

日本バイオプラスチック協会 (JBPA)

〒103-0015 東京都中央区日本橋箱崎町5-11 ユニバーサルビル6F

TEL: 03-5651-8151 URL: <http://www.jbpaweb.net>

## CONTENTS

### 03 巻頭言

#### 一就任のご挨拶と共に— 持続可能性を追求し、バイオプラスチック の普及を拡大するために

日本バイオプラスチック協会 会長  
小山 俊也

### 05 バイオプラ最前線

#### 光スイッチ機能を持つ 生分解性プラスチック

国立研究開発法人産業技術総合研究所バイオメディカル研究部門  
研究員  
日野 彰大  
国立研究開発法人産業技術総合研究所バイオメディカル研究部門  
主任研究員  
中山 敦好

### 10 特集1

#### ポリ乳酸の本格的実用化時代の到来

The Real Time of Actual Use of Polylactic Acid Has Come.  
ポリ乳酸の生分解機構と様々な環境下における生分解挙動

元・京都工芸繊維大学特任教授 工学博士 高分子学会フェロー  
元・ユニチカ株式会社 理事 テラマック事業開発部長  
望月政嗣

### 18 特集2

#### 豊かで楽しい食生活を持続可能にする バイオプラスチック食品容器

リスパック株式会社  
バイオ営業部 チームリーダー  
富田裕子

### 24 特集3

#### 日本バイオプラスチック協会 2023 年度 通常総会および懇親会開催報告

日本バイオプラスチック協会  
事務局

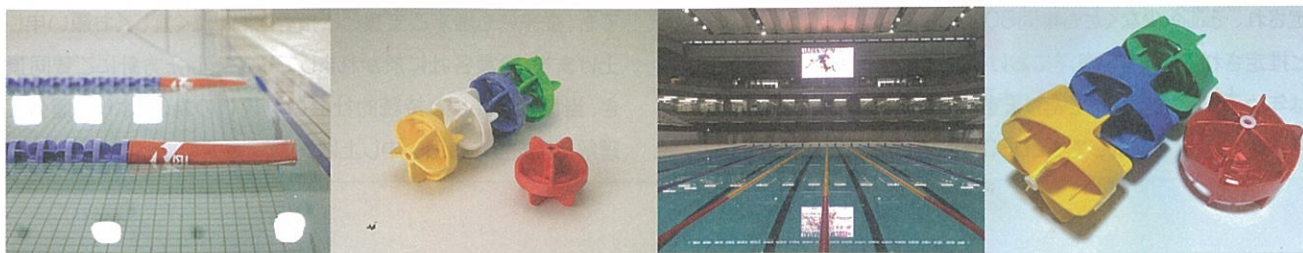
#### Regular Contents

- 26 バイオマスプラマーク取得状況
- 36 生分解性プラマーク取得状況
- 40 バイオプラ製品一覧

#### 表紙について

#### RISU PLASTIC GROUP リス興業株式会社

表紙の写真は東京アクアティクスセンターのメインプールでの一コマ、RISUの『バイオレーンロープ FLATWAVE 150C』です。『バイオレーンロープ』は『東京2020パラリンピック競技大会』や『JAPAN SWIM 2023』等、世界規模・国内最高峰の水泳競技大会で使用して頂いております。競泳選手が泳ぐ水泳競技大会では、φ150(mm)のフロートを超える大きな波が発生します。自レーン、隣の選手から発生して重なった波をレーンロープの『高い消波機能』によって減衰させ、独自視点である『水の重さ』を追究したレーンロープとして、1/100秒を争う選手にとって泳ぎやすい最適な環境を提供出来るように、日々研究を重ねております。2013年5月より、他サイズ4種を含めて、サトウキビを原料としたバイオポリエチレンを約30%配合を開始し、BPマークを取得。競技用プールの他、学校プール・フィットネスクラブ・公共プール等、あらゆる水泳シーンで『環境配慮商品』として愛用して頂いております。



# バイオプラ最前線

## 光スイッチ機能を持つ生分解性プラスチック

国立研究開発法人産業技術総合研究所バイオメディカル研究部門  
研究員

日野 彰大

国立研究開発法人産業技術総合研究所バイオメディカル研究部門  
主任研究員

中山 敦好



### 1. はじめに

プラスチックはあらゆる製品に用いられており、現代社会に無くてはならない存在である。今日におけるプラスチックの普及は、優れた加工性・耐久性を持つという生産面からだけでなく、生物資源（木材、羊毛、象牙など）の濫用を防ぐ代替品という環境保全の観点からも大いに貢献したためであると考えられる。しかし、プラスチックの生産量が年々増加するにつれてその廃棄量も増加し続けている。2017年、Geyerらの報告 [1] によると、1950年から2015年にかけて83億トン以上のプラスチックが生産され、63億トンがすでに廃棄されている。そのうち、焼却処理されたプラスチックは8億トン、およそ12%に過ぎず、その他は埋め立て処理もしくは環境中へ投棄されている。このペースでは、2050年までに100億トンを超えるプラスチックが環境中に蓄積される計算となる。また海洋に流出したプラスチックに目を向けると、2016年、エレン・マッカーサー財団が発表した報告書 [2] では、何の対策も取らなければ、2050年には海洋に流出したプラスチックの重量が海洋に生息する魚の重量を超えてしまうという試算もある。さらに、海洋を漂流するプラスチックは、太陽光に含まれる強い紫外線の影響などによって数mm以下に微細化したマイクロプラスチックという状態になる。このマイクロプラスチックに含有もしくは吸着した化学物質が、食物連鎖によって濃縮され、生態系に影響を及ぼすという新たな懸念も出てきている [3]。

これらの問題に対応するには、何よりも環境中に流出するプラスチックの総量を減少させる必要がある。そのために、プラスチックの3R (Reuse, Reduce, Recycle) の推進やその枠組み作りといった社会科学的なアプローチが有効であるが、流出をゼロにすることは極めて難しい。したがって、何らかの原因で流出してしまっても問題がないプラスチックの開発、すなわち、自然科学的アプローチとして生分解性プラスチックの開発が求められる。とりわけ海洋の環境においても生分解が進行する、海洋生分解性プラスチックの開発に注目が集まっている。生分解性プラスチックは、微生物によって最終的に二酸化炭素と水に分解されるものと定義される [4] が、従来から土壌やコンポストのような高温で微生物量の多い陸上環境における生分解を念頭に開発が進められる場合が多く、最も一般的な生分解性プラスチックとして知られるポリ乳酸も、通常海水中での生分解は極めて遅い。そのため、海洋生分解性プラスチックの開発は、陸上よりも温度が低く、微生物量が希薄な環境中においても生分解が進行するように設計する必要がある。また、一般に生分解性と耐久性はトレードオフの関係にあるため、プラスチック製品として十分な耐久性を付与することは困難を極め、未だ学術的な検討が進められている段階にあると言える。さらに、開発には高い技術を要し、生産コストが高くなることから、現状海洋生分解性を示すプラスチックとして上市された製品はごく一部に限られている。

本稿では、最近の海洋生分解性プラスチック関連の研究動向と、弊所において進めている生分解のタイミングやスピードを制御するスイッチ機能を有する海洋生分解性プラスチックの開発について紹介する。



材を増やしなが、2023年5月現在で170アイテムを品揃えています。最初に手掛けた、ほぼブレンなPLA「バイオニュートシリーズ」では、日本バイオプラスチック協会様の「グリーンプラマーク（現在の「生分解性プラマーク）」を、一般発売に先駆けて2003年に取得しています。



愛・地球博採用品

このPLA製品の開発には、実に2000年以前より着手しています。きっかけは、そこからさらに20年ほど前にさかのぼった、塩ビからPETへのダイナミックな転換でした。

1980年以前、日本では、漬物などの加工食品を流通販売する透明容器として、安価で加工がしやすい塩ビカップが使われていました。しかし、1980年頃、塩ビの焼却によるダイオキシン発生とその毒性が報告されはじめました。これを受け、リスパックでは、塩ビに代わる持続可能な素材を探し、焼却してもダイオキシンが発生せず、より焼却熱量の少ないPETへの切替を進めることとしました。原料コストは大幅に上昇する上、シール性など塩ビとの違いも多々ありましたが、ほとんどが焼却処分される食品容器において、焼却で環境に悪影響を与える素材を使い続けることはリスクが高く、業界全体がPETへの切り替えを進めることで、いずれコストは下がってくるという見込みもあり、

約10年余りをかけて、全塩ビ製品のPETへの切替をやり遂げました。現在では、PETは透明食品容器の代表的な素材ですが、当時のこのリスパックの取組は業界初であり、他の塩ビカップのメーカー様も次々にPETに切り替えを進められました。1990年代には様々な「ダイオキシン問題」が大々的に報道されましたが、早くから取り組んでいたことで、この時には、既に塩ビからPETへの切替が完了した状態にすることができました。

このPETへの切替に続き、より環境に良い素材はないか？と探求を続けていたところ、1990年後半に量産が目前だったPLAと出会い、今度はPLA製品の開発に取り組む流れとなりました。

環境に悪影響を与える素材は持続可能ではなく、より環境影響の少ない素材を探し製品化する、というリスパックの開発姿勢が、バイオプラスチック製品の発売に繋がったと言えます。これからも、より良い持続可能な素材を使った製品づくりに邁進して参ります。

## バイオプラスチック素材の拡充

PLA製品を世に出したものの、当初はバイオプラスチックの食品容器は、業界ではごく少数でした。食品容器を購入される食品メーカー様、食品スーパー様は、おいしいものを提供されるために容器包装を使われるのであり、少しでもコストに余裕があれば、容器ではなく食材にかけたいとお考えになるのは当然のことです。もともと「安い」と言われる食品容器で、環境価値は一般的には評価されにくく、耐熱温度が低いこともあり、広く拡販することは難しい環境が続いていました。

バイオニュート



せっかく環境によい製品を造っても、お客様に使って頂かなければ、環境貢献することにはなりません。PLAは、ほぼ植物由来の原料だけで作られており、環境性能は非常に高いものの、ご採用のすそ野の広さという点では課題がありました。そこで、植物原料比率はわずかであっても、今までの素材と同じ使い勝手で、コストがあまり上がらずに使えるバイオプラスチック素材の製品を、多くのお客様にたくさん使って頂くことでも、結果的には多くの石油をバイオマスに代替することができるのでは、と考えました。

やがて、バイオPEやバイオPETといった新しいバイオプラスチックが供給され始め、PLAに加えて、これらを活用した新しい素材を開発していきました。PLAと違って、これらの素材は、従来から使用している石化樹脂に、バイオプラスチックを混合する方法で製造しており、石油とバイオマスの「ハイブリッド型」と呼んでいます。成型性や柄の付け方、強度などは従来素材と変わらないため、このハイブリッド型素材で、多くの新製品を投入していきました。

2015年には、パリ協定締結で温暖化が注目されたこともあり、バイオプラスチック製品のアイテム数、売上共に飛躍的に伸びました。そしてその後、ウミガメのショッキングな動画に端を発したプラスチック問題への意識の高まりにより、バイオプラスチック製品は、リサイクル製品の重要なブランドとして位置付けられています。

ハイブリッド型のバイオプラスチック製品は、バイオマスプラマークや生分解性プラマークを取得できておりません。展示会などでご紹介すると、認証マークを

付けられない比率では、バイオプラスチックと言えるのか？というコメントを頂戴することがあり、我々としても、心苦しい気持ちがあります。しかし、石油プラに比べると、まだバイオプラスチックのコストは高く、食品容器のメーカーとして、お客様にそのコストを受け入れて頂けるまで、または、バイオプラスチックの供給が増えてコストが下がるまで、石油プラだけを使いながらただ待っていることはできません。現段階では、少しでもバイオプラスチックを配合して、バイオプラスチック製品をお客様に使って頂き、消費者の方まで認知して頂きながら、バイオプラスチックの環境価値を社会に根付かせるという、大切な使命があると考えております。

ハイブリッド型のバイオプラスチック製品をご採用頂く理由は、必ずしも「バイオプラスチックだから」ではありません。デザインや機能を気に入って頂いたものが、たまたまバイオプラスチックの製品だった、というケースも多くあります。せっかくバイオプラスチックなのにもったいないのでは、というご意見もあるかもしれませんが、メーカーとして、お客様がストレスなくバイオプラスチックを使う機会を提供できていると理解しております。「環境対応」というと、何かを我慢したり、努力をしなければならない、というイメージもあるなかで、まずは「使ってみる」という一歩を踏み出すことに繋がればありがたいですし、たとえご採用の理由がバイオプラスチックであることでも、せっかく使ってくださいているお客様には、是非生活者へのPRもして頂きたいと思っております。

バイオニュートエコア



ニュートデリカ



また、現在リスパックのPLA製品とハイブリッド型製品の両方の販売において、「バイオマスプラスチックで代替した石油プラの量」は、PLA製品とハイブリッド型製品でほぼ同等の貢献度に至っています。ハイブリッド型製品は、バイオマスの配合比率は低くても、それだけ広くたくさん使って頂くことで、「塵も積もれば」多くの石油プラを代替することができていると認識し、あらためて、バイオプラスチックの素材として様々な選択肢をご用意して、できる限り幅広いお客様に使用して頂く意義を感じております。

## PLA製品の用途拡大

PLAが食品容器として拡がりにくい要因の一つに、「耐熱温度の低さ」があります。リスパックの工場生産した食品容器を、全国のお客様に陸送しますが、昨今の夏場の猛暑のなかでは、輸送中にトラック庫内の温度がPLAの耐熱温度をはるかに超え、お届けした時には変形（成型前のシートに戻った状態）していることがあります。これを解消するために、石油由来の樹脂を混合して耐熱温度を58℃に高めた「エコア」を開発し、実際に変形で採用が難しかったお客様にご採用頂くことができました。これにより、冷蔵～常温での用途には、耐熱性の課題を解消できましたが、食品容器には、出来立ての温かいご飯やお惣菜を入れたり、食べる前に電子レンジで加熱をする、といった用途もあります。難しい課題ではありましたが、PLA製品の販売開始から実に15年後の2020年、ついに、耐熱温度110℃のPLA素材「ニュートデリカ」を開発し、製品化しました。「エコア」、「ニュートデリカ」の製品化により、幅広い用途に対して、BPマークを取得した3種類のPLA食品容器を提供できるようになりました。ワンウェイ食品容器で、PLAの一般規格品を持ち、かつ幅広い用途の品揃えができているのは、リスパックの強みの一つと自負しております。

## もっと活用したい、PLAの生分解性

リスパックでは、ほぼブレンなPLAと、先述の通り、耐熱性を高めた2種類のPLAの、併せて3種類を展開していますが、ブレンなPLAの製品は、特に生分解性が高く、「生分解性バイオマスプラマー

ク」を取得しています。植物由来かつ生分解性があるPLAは、プラスチックのサステナビリティ、「あるべき姿」を体現する素材であると考えています。

しかしながら、生分解性については、実際に活かされるのが難しいと言わざるを得ません。生分解性プラマークに見合う生分解性はあるものの、実際に堆肥化施設等で生分解処理をするためには、PLA単体で回収すること、回収したものを分解できる場所の確保、そこまでの運搬など、その仕組みづくりが高いハードルになっています。2021年に開催された東京オリンピック・パラリンピックでリスパックのPLA容器が採用された際、回収して堆肥化する構想がありましたが、コロナ禍で日々大きく変化する対応を迫られるなか、残念ながら、実現には至りませんでした。

海外では、オリパラ生ごみの処理方法としてたい肥化が活用されていますが、日本では焼却処理が多く、生分解処理のために持ち込める先が限られていることも、生分解性が評価されにくい環境の一因と考えています。

一方で、食品リサイクルの取組は、近年急速に進んでおり、堆肥化のみならず、バイオガス回収や、分解水として処理できる機械など、微生物による分解を活用したスキームが広がっています。これらのスキームには、そのままPLAを投入できないものもありますが、生分解を中心とした物質循環の流れにPLAを乗せていくことができないか、挑戦していきたいと考えています。ご興味がありましたら、是非お声がけ頂ければ幸いです。



東京オリンピック・パラリンピックでの採用風景

## バイオプラスチックの価値を浸透させる

PLA 発売後、お客様に対し、バイオプラスチックの環境価値や必要性をPRしてきましたが、ここ数年は、今後さらにその価値を高めるためには、生活者の方々へのPRが重要であると実感するようになりました。お客様が、バイオプラスチック製品の採用を検討くださる際に、生活者の方々がこれを評価されるのかを懸念される場面は少なくありません。お客様だけでなく、広く生活者の方々に、バイオプラスチックの価値を知って頂き、それを選ぶ意識を醸成することが必要であると考えています。



表紙撮影風景



バイオプラジャーナル81号 表紙カット

幸い現在は、誰もが世界に情報を発信できるSNSがあり、リスパックが生活者の方々に情報発信できるだけでなく、生活者の方から常に、応援も批判もされ得る環境です。よりわかりやすく、バイオプラスチックの意味と環境価値、見分けるための認証マークなどの情報を発信することに力を入れて参ります。日本バイオプラスチック協会様をはじめ、業界団体の広報活動にも積極的に参画し、業界の共通課題の解決に積極的に取り組んでおります。

## 豊かで楽しい食生活を持続可能にする バイオプラスチック

プラスチック資源循環戦略のマイルストーンに提示されたように、今後、ワンウェイプラスチックの使用量は、減らしていかなければなりません。プラスチック食品容器は、その代表的な製品であるわけですが、そもそも代表的存在であるのは、プラスチックが食品の容器包装に適しているからに他なりません。軽くて丈夫であり、耐水性・耐油性・賦形性に優れたプラスチックは、安価であること以外にも、多くのメリットを持っています。現在の日本の豊かな食生活をもたらしている商品づくりや流通は、プラスチックが支えていると言っても過言ではないはずです。

一方で、この利便性ゆえに使用量が増え、地球の炭素循環に異常をきたしたことで、地球環境問題と呼ばれる様々な現象（温暖化や異常気象、海洋プラスチック問題など）が起これり、人間活動を見直さなければならない、待たなしの状況にあります。石油由来のバージンプラスチックを、ワンウェイの食品容器に堂々と使われているのは、あとわずかな間なのかもしれません。

これからも、豊かで楽しい食生活を享受していくためには、そこに必要なプラスチック食品容器を、持続可能なものにしていかなければなりません。持続可能な食品容器に必要な要素は、様々な考えがありますが、リスパックでは、原料を石油からバイオマスに切替えていくこと、使用後は食品容器の原料にリサイクルすること、生分解することを掲げています。環境省様が2021年8月に提示された「廃棄物・資源循環分野における2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)」の中にも、2050年に日本



がカーボンニュートラルを達成しているとしたら、その原料の9割はバイオマス由来である、という試算結果(図)が掲載されています。身の回りのプラスチック

のほとんどがバイオマス由来という、今の延長線上ではない、別次元の「当たり前」が現実のものになっていることが想像できます。

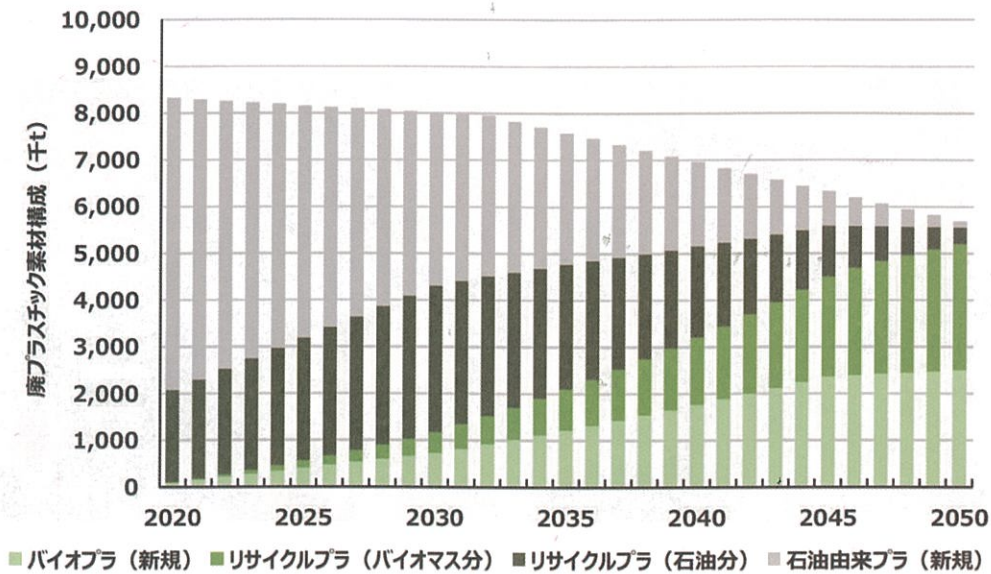


図:廃棄されたプラスチックの素材構成の試算結果

現在バイオプラスチックは、まだ限られた素材しか流通しておらず、コストも高いですが、世界中で新たなバイオプラスチックの開発が進んでおり、石油由来のバージンプラスチック使用量を強かに低減させる政策が打ち出されいるとも伺います。また、現在はコスト化されていない、与えてしまった環境影響を修復するコストを、炭素税やカーボンプライシングと言ったシステムでコスト化していく動きも始まっています。近い将来、バイオプラスチックと石油プラスチックのコスト差は、なくなる、あるいは逆転することも考えられます。

その時に備えて、メーカーである弊社は、バイオプラスチック素材と製品の開発に、引き続き取り組んで

参ります。来年には、関西に新しい生産拠点を稼働させ、バイオプラスチック製品の生産体制をさらに強化します。

もし、あらゆるプラスチック食品容器を、バイオプラスチックに替えられたら。バイオプラスチックの中でも、バイオマス由来かつ生分解性のある素材に替えることができれば。

豊かで楽しい食生活を、我々は持続させ、さらに発展させることも、できることでしょう。その一端を、食品容器メーカーとして、担って参ります。