

# プラチューブの性能を実現 地球にやさしい環境対応チューブ

大和製罐株式会社

総合研究所 柴田 隼

営業戦略室 熱海 恵美子

## 1. 開発の経緯

当社は、数多くの化粧品チューブシリーズを展開する中で、10年ほど前から環境対応チューブの開発に取り組んできました。きっかけは2010年のカンクン合意で具体的な二酸化炭素の削減量が制定されて以降、化粧品メーカー様を中心に環境対応製品に関するお問い合わせが来るようになったことです。

しかし、当時は環境対応したプラスチック製品自体の流通も少なく、また、化粧品という特性を考えると従来のチューブと同等の性能や加飾性が求められることも開発の難易度を高くしました。

## 2. 開発目標

当社では、化粧品用途で使用できるバイオポリエチレンを配合した環境対応チューブの開発に取り組みました。バイオポリエチレンを用いながら、従来のプラスチックチューブと同レベルの性能、品質や加飾性を維持することを目標に掲げています。

これは環境を追求するあまりに化粧品が持つ「美しさの追求」という本質的な価値を見失ってしまうと継続的な採用が難しいと考えたため設定をしました。

次に、可能な限り現行の生産条件で生産を行える仕様の確立を目指しました。

特別な生産条件が必要になると、生産現場への負荷や製品売価が高額になることが予測され、商品普及の妨げになります。また、新しい設備を追加することは製造に必要なエネルギーを増やし環境負荷の増大にもつながりかねません。

使用する素材、生産環境、性能、コストなど実

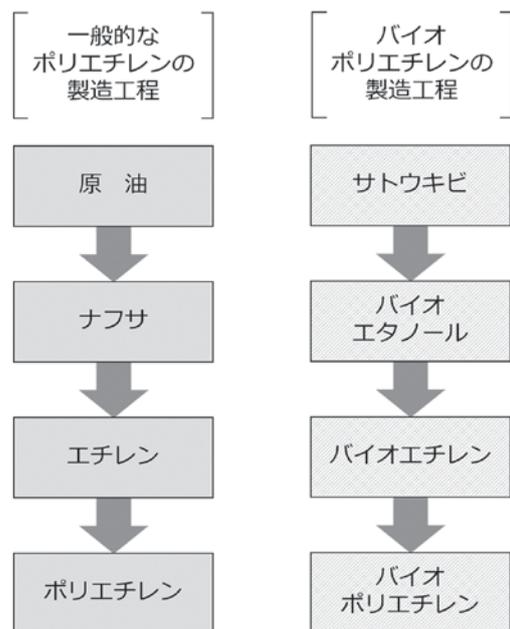
際の流通にのせるためには多くの開発要素と課題をクリアする必要がありました。

## 3. バイオポリエチレンとは

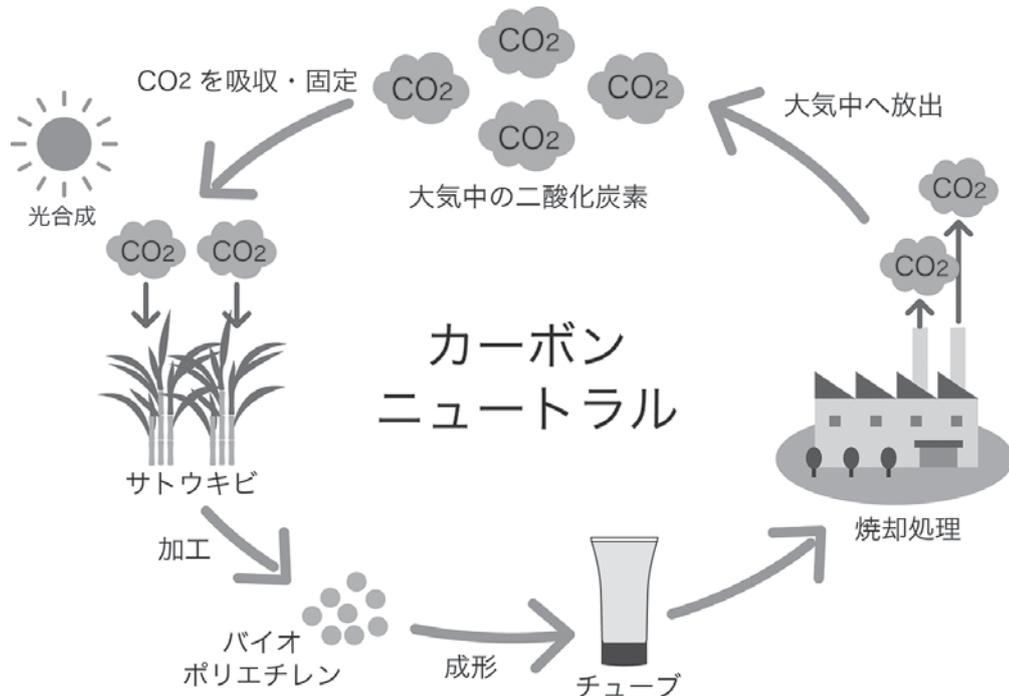
チューブに配合する環境材料バイオポリエチレンとは、サトウキビを原料としたポリエチレンです。砂糖を取り出した後の残液を使用するので食料と競合することはありません。

また、石油由来のポリエチレンに比べて二酸化炭素排出量の削減や、石油や石炭といった枯渇資源の節約にもなる非常に環境にやさしい素材です。

バイオポリエチレン製造工程（第1図）を見ると、石油由来のポリエチレンとほとんど変わらない工数で植物由来のポリエチレンの精製がなされています。



第1図 ポリエチレンの製造工程



第2図 カーボンニュートラル (カラー図表をHPに掲載C122)

#### 4. カーボン・ニュートラル

バイオポリエチレンを使用すると、二酸化炭素の削減につながることを理解するには、まずカーボン・ニュートラルという考え方を理解する必要があります。

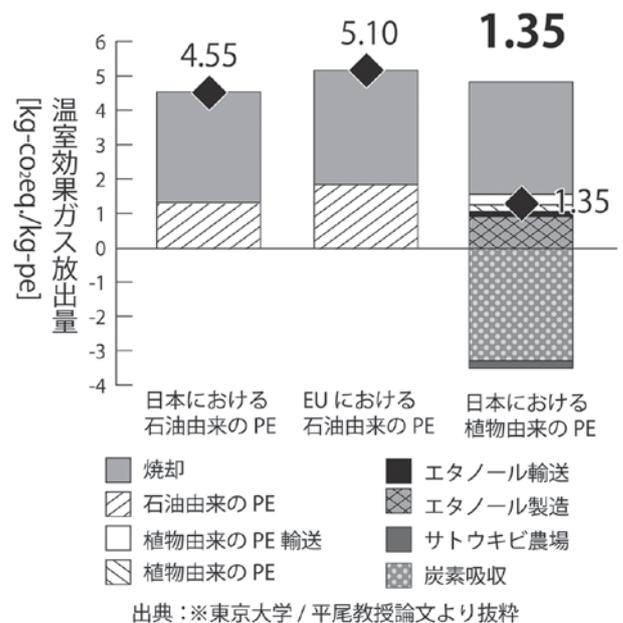
カーボン・ニュートラルとは直訳すると炭素中立となりますが、ライフサイクルの中で二酸化炭素の排出と吸収がプラスマイナスゼロになることを言います (第2図)。

例えば、植物が光合成によって吸収する二酸化炭素の量と、植物の焼却によって排出される二酸化炭素の量が相殺され、実際の大气中の二酸化炭素の増減には影響を与えないという解釈になります。

つまり、植物由来のバイオポリエチレンが焼却時に排出する二酸化炭素の量は、元々大気中にあったものが空気中に戻るだけで新たに二酸化炭素を排出しているわけではないと考えられています。

このカーボン・ニュートラルの考え方を基に石油由来のポリエチレンと植物由来のポリエチレンの温室効果ガスの放出量を比較すると第3図になります。

石油は光合成によって二酸化炭素を取り込むことがないので、石油由来のポリエチレンは燃焼時に温室効果ガスを排出するだけです。サトウキビ由来のポリエチレンはカーボン・ニュートラルなので非常に環境にやさしいことがわかります。実際に温室効果ガスの放出量を比較すると日本



第3図 石油由来 PE と植物由来 PE の温室効果ガス放出量の比較

国内の石油由来のポリエチレンで4.55kg-CO<sub>2</sub>eq./kg-pe, 植物由来のポリエチレン1.35kg-CO<sub>2</sub>eq./kg-pe となり, 植物由来のポリエチレンを使用することで温室効果ガスの放出量が1/3以下に抑えられています。

この植物由来のバイオポリエチレンを使用したチューブの開発を進めていきました。

## 5. 開発プロセス

まずは20種類程度あるバイオポリエチレンの選定から始めました。ポリエチレンは

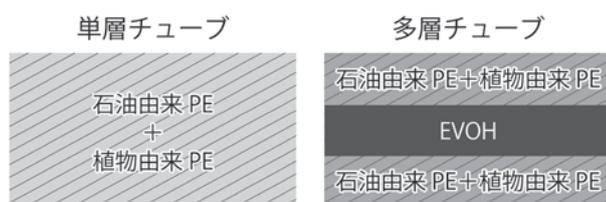
- ① LDPE (低密度ポリエチレン)
- ② LLDPE (直鎖状低密度ポリエチレン)
- ③ HDPE (高密度ポリエチレン)

の3つに分類されます。

チューブは, 内容物を取り出す際にスクイズ(押しつぶす)するため, 密度が低く柔らかい①LDPEや②LLDPEといったポリエチレンの方がより好まれます。その中から, チューブの押出成形に適した熔融粘度を持つバイオポリエチレンを選択しました。

その後, 選択したバイオポリエチレンと石油由来のポリエチレンとの配合比率や, 成形時の温度を適正化するなどの試作検討を重ねることで, 既存設備での単層チューブの成形を可能にしました(第4図)。

また, 多層チューブにおいては, 層の中心にEVOH (ethylene-vinylalcohol copolymer エチレン-ビニルアルコール共重合体)があるため, このEVOHとバイオポリエチレンを接着させる必要がありますが, 両者の接着性が低い<sup>ろうせい</sup>ため, 剥がれた個所から内容物が漏洩する可能性があります。しかし, EVOHは高いガスバリア性を持つため, 酸素による内容物の劣化や香り成分の流出



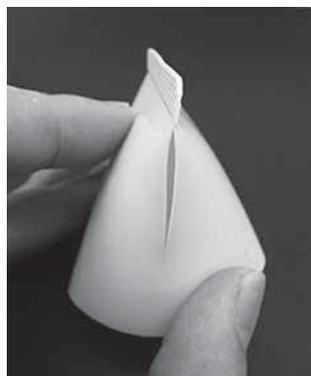
第4図 単層・多層チューブの構造

の抑制といった内容物保存性を向上させるために必要不可欠な素材であり, より高性能なチューブを提供するためには, 接着性の課題解決が必要です。

この課題に対して, 適切な石油由来のポリエチレンを選定し, 一定量をバイオポリエチレンに加えることで, 現行のチューブと同等レベルのEVOH接着性を保つことが出来ました(第4図)。

## 6. 対内容物性

ポリエチレンは, 分子と分子の間に内容物が入り込むことで, ストレスクラックという現象が発生することがあります(第5図)。



第5図 ストレスクラック

特に化粧品に用いられる界面活性剤は分子間に侵入しやすく, 化粧品用のチューブにおいては界面活性剤に対する耐性を評価しました。

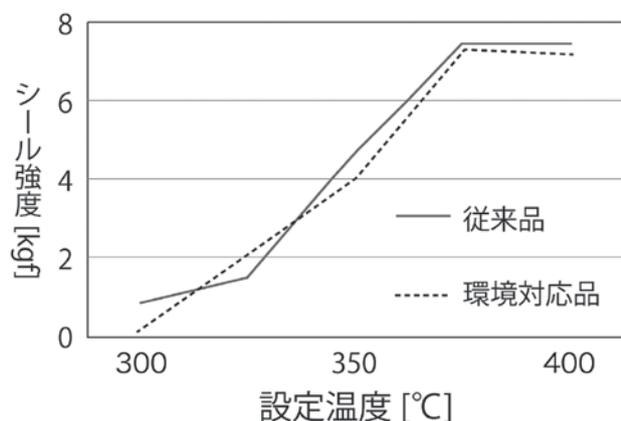
検討を重ねた結果, バイオポリエチレンの配合量を増やしていくと界面活性剤に対する耐性を担保することが難しいことが判明したため, 配合する石油由来のポリエチレンの量を適正化し, 現行チューブ同等の界面活性剤耐性を付与できました。

## 7. シール性

チューブは内容物を入れた後, 充填メーカーでエンド部分をシール(封)しますので, 従来の石油系ポリエチレンでシールするのと同条件でシールが出来る必要があります。

シール方法は

- ① ヒートシール方式
- ② ホットエア方式
- ③ 超音波方式



第6図 ホットエアシール性の強度試験結果

の3つがあるのですが、今回はホットエア方式による性能評価を紹介します。

ホットエア方式は熱風を利用してチューブを溶融させ、圧着することでシールを行う方法です。

シールしたチューブを15mmの短冊状に切り出し、T型引張試験を使用してシール部の剥離強度の測定を行った結果、現行品と同等のシール性能を有していることが確認できました(第6図)。

## 8. 製品化へ

こうしてバイオポリエチレンを配合した単層チューブと多層チューブの仕様を確立して、製品化しました。

## 9. 今後の傾向と課題

現在、環境対応チューブを採用・検討していただいているメーカーのニーズには大きく2つの傾向があります。

1つ目は環境対応した容器を採用したいというもの。これは単純な容器の置き換えに該当します。

2つ目はより環境にやさしい容器を採用したいといったニーズです。

当社は上記のニーズに応えられるよう、より環境にやさしく、どのメーカー様にも取り入れやすい、環境対応チューブの製品化を目指していきます。

### ※本件に関するお問い合わせ先

大和製罐株式会社

〒100-7009東京都千代田区丸の内2-7-2

www.daiwa-can.co.jp