

# 第1章 プラスチック用添加剤概論

石川慎一\*

## 1 はじめに

プラスチック材料には多くの種類のポリマーがあり、用途に応じて適するようにポリマーの設計や改善がなされ、多くの部品で現在の地位を築いている。具体的にはバンパーや内装材などの自動車用途、テレビや携帯電話などの家電用途、食品などの容器など包装用途、カーポートや採光窓などの建材用途など様々な部分で使用されている。それぞれのプラスチック材料が実用化される際には、殆どのポリマーに複数の添加剤が配合されており、長寿命化、高性能化および高機能化を実現している。

プラスチック材料は熱や光に対する安定性が充分ではなく、成形品などに加工される際に高温に曝され容易に酸化劣化し、プラスチック材料が本来持つ特性が損なわれる。また、自動車のインストルメントパネルのような内装材では使用環境が高温で、さらには太陽光に曝されるため短期間に劣化が進み、変色や物性の低下などが生じ性能低下を招く。このような劣化の抑制には少量の安定剤を配合することで、効果的かつ経済的に改善することができるため、プラスチック材料の種類や用途に応じて、多くの安定剤が開発されプラスチック材料の実用に適した長寿命化、高性能化に貢献してきた。一例として、ポリプロピレンを150℃オープンで評価した場合、図1に示すように酸化防止剤が配合されていない場合は24時間で劣化するのに対し、酸化防止剤を少量添加することにより2,000時間以上劣化せず、長寿命化が可能となる。

他方、本来プラスチック材料が持っていた性質を高性能化するだけでなく、機能化する添加剤の開発も行われ、具備していなかった機能を付け加えることが可能になっている。例えば、燃え易いプラスチック材料に難燃剤を配合して燃え難くし、家電や建材などの難燃材料として使用することができ、高機能化の代表的な例と言える。

プラスチック産業に目を向けると、既存製品の高性能化と低価格化のバランスを求め動き、新たに創出される産業や材料に関連した新製品開発、また、プラスチック材料に対するリサイクルの気運が急速に高まっており、持続可能な社会の発展への貢献などが求められている。このようにプラスチック産業は市場のトレンドと関連しながら大きく動いており、共に成長してきた添加剤も、今後の動向に応じた新製品開発を進めることが重要であると考えている。

本稿では、長寿命化、高性能化および高機能化に役立つ添加剤の詳細は各論を参照していただ

---

\* Shin-ichi ISHIKAWA (株) ADEKA 樹脂添加剤本部 樹脂添加剤開発研究所

## 第3章 フェノール系酸化防止剤

渡辺 大\*

### 1 はじめに<sup>1)</sup>

数ある高分子添加剤のなかでも、フェノール系酸化防止剤は塩ビ用安定剤に次ぐ基本中の基本と位置付けられる。

有機化合物は、合成由来であろうが天然由来であろうが、容易に（たやすく）空気中の酸素と反応する。そのような酸化反応を通じてごくわずかな変換率でポリマーの特性は変わってしまうので、ポリマー製品の研究開発者にとっては非常に重要な課題となる。例えば、10,000単位のモノマーから成る直鎖状ポリマーで酸化反応が起きた場合、わずか100 ppmの変換率で（要するに中間地点の1つの分子結合が切断されただけで）、ポリマーの分子量が半分になってしまう。ポリマーが酸化を受けると、引張強度に代表される機械特性が失われ、そして表面外観が損なわれ、プラスチック製品の変色・褪色なども起こる。酸化反応はポリマーのライフサイクルのあらゆるステージで起こり得る。製造時、樹脂パウダー、ペレットでの貯蔵時、加工時、生産された後のプラスチック製品の最終使用時まですべて含まれる。プラスチックはその種類によって、酸化反応への敏感レベルに関してかなり異なる。例えば、PPは室温下でも酸化反応が起こりやすいのに比してPSとかPMMAは加工温度においても比較的（相対的には）安定である。また一方で、不飽和ポリマーの代表格である合成ゴムやブタジエン、イソプレン由来のコポリマーなどは極めて酸化反応に敏感である。熱酸化反応を抑えたり遅らせたりする方法のひとつは、ポリマー自身の化学構造を変えることであるが全く容易ではなく、適切な安定剤を使用する方法のほうがより一般的であり現実的でもある。この章においてはポリマー熔融加工時のプラスチックの挙動や使用時の長期安定性・熱酸化反応も議論される。現代のプラスチック製品は作り上げられた複雑なシステムであり（芸術作品といっても過言ではない）一般的にはポリマー以外にも各種フィラー、顔料、難燃剤、改質剤、その他添加剤が含まれておりそれら配合品も酸化劣化反応に影響を与えることを申し添える。

### 2 フェノール系酸化防止剤の歴史<sup>2)</sup>

本節においては、フェノール系酸化防止剤の開発の長い歴史についても少し触れておきたい。

---

\* Dai WATANABE BASF ジャパン(株) パフォーマンス・ケミカルズ事業部

# 第5章 紫外線吸収剤 (Ultraviolet Absorber : UVA)

祐野紘一\*

## 1 はじめに

紫外線吸収剤は、太陽光や人工光源に含まれる紫外線を吸収して熱等の無害なエネルギーに変換し、高分子材料の変色、脆化、クラック、物性低下といった光劣化を抑制する添加剤である。近年は樹脂本体の耐候性付与に加えて、透明容器中の内容物（食品・医薬・化粧品等）の光劣化防止、ディスプレイ・光学用途の機能性材料の長期信頼性確保等、「材料システム全体の耐光設計要素」として紫外線吸収剤の役割が広がっている。さらに、環境規制の強化やサステナビリティ意識の高まりを背景に、長期耐候性・低移行性・規制適合性を兼ね備えた紫外線吸収剤が求められるようになってきている。

本稿では、紫外線吸収剤の基本的な光安定化機構を整理した上で、代表的な紫外線吸収剤の種類と特性を概説し、今後の紫外線吸収剤の主流になると予想されるトリアジン系紫外線吸収剤の評価データや応用例について紹介する。

## 2 紫外線吸収剤による光安定化機構

紫外線吸収剤は分子構造により吸収波長域が異なり、吸収した光エネルギーの緩和機構も異なる。代表的なベンゾトリアゾール系やトリアジン系等多くの紫外線吸収剤は、分子内水素結合を介した水素移動型の無輻射失活により、ポリマーにとって有害な紫外線を吸収して励起状態になった後、主に熱としてエネルギーを放出し基底状態へ戻る過程を繰り返す。これを、反応エネルギー図を用いて説明すると図1のようになる。エネルギー変換には分子内水素結合が関与しており、紫外線を吸収することによって励起状態 S1 となり、分極構造 S1' となった後、主に振動エネルギー（熱）の放出および H+ の移動によって基底状態 S0 へ戻る<sup>2</sup>。この様に、H+ の移動を伴って光エネルギーを緩和している紫外線吸収剤を水素移動型紫外線吸収剤と呼ぶ。一方、シアノアクリレート系等の分子内水素結合を持たない非水素移動型紫外線吸収剤は、超高速無輻射緩和を含む複数の無輻射経路による光エネルギーの緩和機構が提言されている<sup>3,4</sup>。

---

\* Koichi YUNO (株) ADEKA 樹脂添加剤開発研究所

# 第7章 無機系抗菌剤及び抗ウイルス加工剤の特徴と製品への加工方法，性能評価

山田喜直\*

## 1 はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的流行は、人々の健康や社会経済に多大な影響を与えた。パンデミックを経て、マスクの着用や密集回避といった行動様式は一時的なものにとどまらず、人々の衛生意識を根本的に変化させた。その後も、インフルエンザや新興感染症など様々な感染リスクが存在するなかで、私たちは「ウイズコロナ」からさらに進んだ、感染症と共存しながら安全・安心な生活環境を構築する時代を迎えている。このような背景から、抗菌および抗ウイルス加工製品への関心は持続的に高い水準を保ち、社会インフラや日常生活のあらゆる場面に普及している。鉄道車両、公共施設、医療機関に加え、学校、オフィス、空調フィルター、建材、さらにはウェアラブル製品や家庭用品に至るまで、抗菌・抗ウイルス加工剤の利用範囲は急速に拡大している。加えて、評価・認証制度も整備・強化されている。一般社団法人繊維評価技術協議会（SEK）や一般社団法人抗菌製品技術協議会（SIAA）による抗ウイルス加工に関する認証マーク制度は広く浸透し、ISO 18184（繊維製品）、ISO 21702（プラスチックなどの非多孔質製品）といった国際標準規格も活用されている。これにより、性能の信頼性と製品の安全性を客観的に示すことが可能となり、市場における製品選択の重要な指標となっている。抗菌・抗ウイルス加工技術は、単なる衛生対策にとどまらず、社会全体の安全性・信頼性・環境調和に貢献する技術として位置づけられつつある。

## 2 抗菌剤，抗ウイルス加工剤

衛生加工に用いられる工業用抗菌剤は、有機系と無機系に分類でき、各々の特徴を活かして使い分けられている（図1）。ただし、米国FDAでのトリクロサン等を使用した手洗い石鹸の販売禁止や韓国でのポリヘキサメチレングアニジンを使用した加湿器での事故等により、有機系抗菌剤離れが今後も加速する可能性はある<sup>1,2)</sup>。

一方、無機系抗菌剤は安全性や耐熱性に優れる特長を活かし、様々なプラスチック製品等に多用され続けている。無機系抗菌剤には主に酸化チタン等の光触媒や、銀や銅などの抗菌性金属をイオン交換体やガラス等の無機粉末に担持した金属系化合物がある。光触媒は、接触する樹脂を

---

\* Yoshinao YAMADA 東亜合成(株) 名古屋クリエイシオ R&D センター 製品研究所  
兼リサーチソリューション部

## 第14章 高分子添加剤市場概論

### 1 概要

高分子添加剤は、プラスチックやゴムなどの高分子材料に少量加えることで、性能や加工性を向上させるための物質で、材料そのものの性質を大きく変えずに必要な機能だけを付与できる。高分子添加剤には材料の耐久性の向上をはじめ、成形性の改善、外観や物性の調整、機能の付加など様々な役割がある。高分子材料は添加剤なしでは実用に耐えないことが多く、添加剤は高分子材料を使用するために必須の存在となっている。

高分子添加剤の目的は、一般的には次のように大別できる。

- (1) 加工性の改良：安定剤、可塑剤、滑剤
- (2) 耐候性、耐久性の向上：酸化防止剤、紫外線吸収剤、光安定剤
- (3) 耐火性、耐熱性の向上：難燃剤、架橋剤
- (4) 界面性能の改良：帯電防止剤、滑剤
- (5) 特殊な機能の付与：発泡剤、硬化剤、抗菌・防カビ剤

高分子添加剤市場は、世界的なプラスチック需要の拡大や高機能化ニーズの高まりを背景に、今後も安定した成長が見込まれている。世界の調査会社各社のレポートによると、今後の10年間の年平均成長率は4%~6%が見込まれており、市場は安定的に成長するものと推測される。成長を支える要因には、包装分野における需要の増加、多くの業界における製品の高機能化・耐久性向上への要求の拡大、環境規制やリサイクル対応への必要性に伴う新しい添加剤需要の増大、バイオプラスチック添加剤需要の増大などが挙げられる。

添加剤市場において今後注目されるトレンドとしては、環境配慮型添加剤の急速な成長が注目されている。生分解性プラスチック向け添加剤やリサイクル材の性能を補う添加剤は、環境規制強化により、最も成長が期待される添加剤市場となっている。また、地域的にはアジア太平洋が成長市場として注目される。中国、インドに加えて東南アジアにおける製造業の拡大がプラスチック添加剤市場の拡大に大きく寄与している。さらに、ナノ添加剤、耐熱・耐候性向上剤など、付加価値の高い製品が開発されており、これらの高機能添加剤に対する需要の増加が市場の成長に大きく影響を与えると推測されている。

高分子添加剤の技術は、高機能化、環境対応、循環型設計の3つを軸に大きく進化している。プラスチック製品の高機能化ニーズが拡大するにつれて、添加剤にもより高度な機能が求められている。自動車・電子機器向けエンジニアリングプラスチックでは、熱安定性の強化が重要になっている。また、環境規制により、ハロゲン系からリン系、無機系へ移行が加速している難燃剤では非ハロゲン化が急速に進んでいる。そのほか、自動車や電子機器、建材などの分野では、