



● 固体型アルデヒド捕捉剤の開発 ～ 再生樹脂用添加剤への応用～

有機材料研究所 環境化学グループ

坪井 裕基
須藤 幸徳
鈴木 孝生

1. はじめに

二酸化炭素排出による気候変動問題やプラスチックごみによる海洋汚染問題に対し、廃プラスチックを資源として再利用（再生樹脂）するための議論と取り組みが世界的に進んでいる¹⁾。日本でも、2022年4月1日に「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」が施行され、再生樹脂の導入数量増加がマイルストーンとして掲げられている²⁾。

国内では廃プラスチック排出量（824万トン、21年度）に対する有効利用率は87%と高水準だが、その約7割はエネルギーとして熱回収され、再生樹脂としての利用は限定的となっている³⁾。廃プラスチックの再生樹脂化技術は、マテリアルリサイクル（MR）とケミカルリサイクル（CR）に大別され、MRがPETボトル、包装用フィルム、家電製品など各種リサイクル法に基づく取組みで先行している。今後、更に廃プラスチックの再生樹脂化を推進させるためには、原料となる廃プラスチックの確保に加え、PE・PPなどPET以外の廃プラスチックのリサイクル率向上や、再生樹脂中の不純物残存に伴う臭気と着色の対策も求められる。

当社は化学吸着機構の液体型アルデヒド捕捉剤エミデリート[®]A300（開発コードAC454）を開発しており⁴⁾、自動車内装品や日用品の分野での使用を想定している。化学吸着機構の捕捉剤は、吸着される物質と化学結合を形成するため、活性炭やシリカゲルのような物理吸着機構の捕捉剤に比べて、吸着された物質を

再放出しにくい点が特長である⁵⁾。

本稿では、当社が新たに開発した固体型アルデヒド捕捉剤AC103について報告する。本剤は、樹脂に添加して使用することができ、かつ低添加量で高いアルデヒド捕捉効果を示すため、樹脂の機械的物性や外観に影響を与えにくい点も特長である。

本技術は、プラスチック排出量の削減という社会課題に対し、廃プラスチックのMRに有用な添加剤を提案し、カーボンニュートラルに貢献することを目指す。

2. アルデヒド捕捉剤 AC103 の紹介

[1] 製品情報・基本物性

AC103の製品情報と基本物性を表1に、製品外観を図1に示す。

[2] 製品の特長

- ①少ない添加量（< 1wt%）でアルデヒドを効果的に捕捉
- ②化学吸着機構のため再放出なし
- ③高い耐熱性

3. AC103 のアルデヒド捕捉性能

[1] アルデヒド捕捉試験

アセトアルデヒドをはじめとするアルデヒド類は臭気閾値が低い⁶⁾ため、空間中のアルデヒド濃度を低く抑えることが望ましい。しかし、一般的に空間中の

表1 AC103の製品情報と基本物性

製品情報		基本物性	
主成分	表面修飾シリカゲル	平均粒子径	約4 μ m
変異原性	陰性（Ames試験）	溶解性	水、有機溶剤に不溶
急性経口毒性	LD ₅₀ ≥2,000mg/kg	臭気	無臭



図1 AC103の製品外観（白色粉末）

アルデヒド濃度が低いほどアルデヒド分子と捕捉剤との接触効率が低下し、捕捉効率も低下する。このため低濃度のアルデヒド類に対しては、既存のアルデヒド捕捉剤では十分なアルデヒド捕捉効果が得られない場合がある。

そこで低濃度域のアルデヒドに対し AC103 の捕捉効果があるかを確認するために、初濃度 1ppm のアセトアルデヒドと接触させたときの性能を、汎用的に入手可能な捕捉剤（既存剤）と比較した。結果、AC103 は低濃度域においてもアセトアルデヒドを効率的に捕捉できた（図 2）。一般的に、アセトアルデヒドのような炭素数 2 以上のアルデヒド類はホルミル基（アルデヒド基）の反応性が小さいため、化学吸着機構の捕捉剤を用いても効率的に捕捉することは難しい。本実験結果は AC103 がアルデヒド類に対して、既存の捕捉剤よりも高い反応性を持つことを意味する。

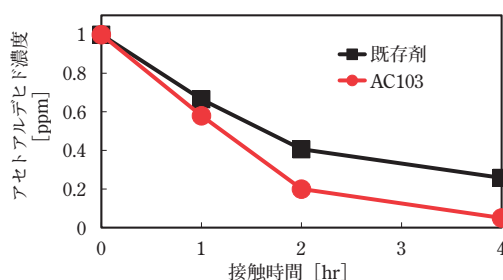


図 2 AC103 のアルデヒド捕捉性能試験

〈評価方法〉

- 1) アルデヒド捕捉剤 0.1g をガス捕集袋に入れた
 - 2) ガス捕集袋にアセトアルデヒドガス (1ppm、10L) を封入し室温で静置した
 - 3) 残存アセトアルデヒドを DNPH 法で定量した
- 〈アセトアルデヒド定量方法 (DNPH 法)〉

- 1) 小型吸引ポンプを用いて、ガス捕集袋内のガスを 2,4-ジニトロフェニルヒドラジン (DNPH) 捕集管に通気させた
- 2) 通気後の DNPH 捕集管をアセトニトリルで抽出したものを液体クロマトグラフィー (LC) で分析した
- 3) アセトアルデヒド-DNPH 誘導体化物を LC 検量線を用いて定量し、アセトアルデヒド濃度に換算した

[2] 耐熱性試験

各種添加剤を樹脂に配合する際は加熱溶融、混練が必要のため、加熱しても性能を失わないように、添加剤自体に耐熱性が要求される。AC103 の耐熱性を評価する試験を行った結果を図 3 に示す。AC103 を 200℃ で 60 分間加熱した後も、加熱前とアルデヒド捕捉量

に変化はなかった。また、外観上も黄変などの変化はなかった。本実験により、AC103 は高い耐熱性を持ち、高温加工にも適用可能であることが示された。

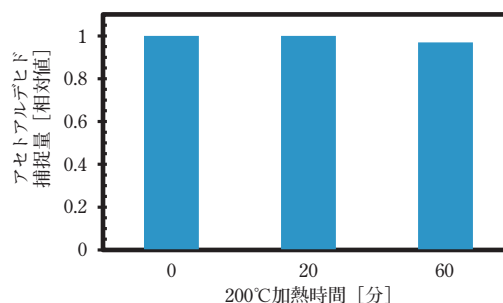


図 3 AC103 の加熱試験

〈評価方法〉

- 1) AC103 を 200℃ オープンに入れ空気下で所定時間加熱した。
- 2) ガス捕集袋に加熱後の AC103 とアセトアルデヒドガスを封入し室温で 24 時間静置した
- 3) 残存アセトアルデヒドを DNPH 法で定量し、アルデヒド捕捉量を算出した

4. 応用例

マテリアルリサイクル (MR) では、廃プラスチックをプラスチックのまま原料として用いて再生樹脂化する。廃プラスチックは使用リサイクルの過程で不純物が混入することが多く、リサイクル加工の過程で熱が加えられることもあるため、MR で生産される再生樹脂自体が臭気・VOC 発生源となってしまう懸念がある。そこで、AC103 を用いて低臭気・低 VOC 放散性の樹脂製品を産生する技術の構築を試みた (図 4)。

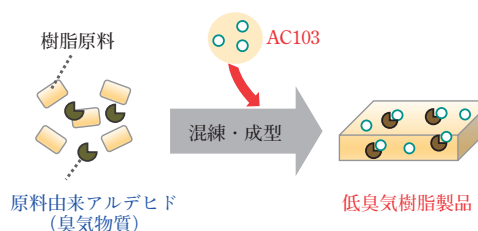


図 4 AC103 の樹脂添加用途イメージ

[1] アルデヒド捕捉性試験

アセトアルデヒド放散性のある PP 系樹脂、PE 系樹脂に AC103 を添加した試料を作製し、アルデヒド放散性試験を実施した (図 5)。AC103 は少ない添加

量 (0.1-0.3wt%) で高い捕捉効果 (捕捉率 80-90%) を示した (図5)。

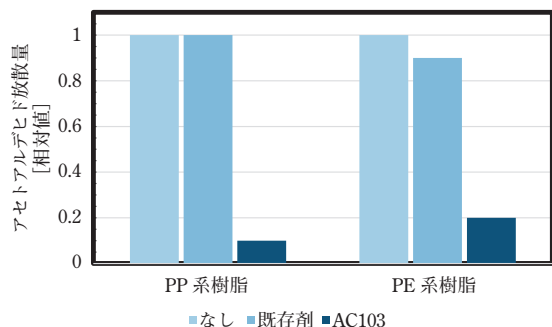


図5 AC103添加樹脂のアセトアルデヒド放散性試験

〈評価方法〉

- 1) 捕捉剤添加樹脂をガス捕集袋に封入し、脱気後、窒素ガスを封入した
- 2) 65℃で2時間加熱し、放散されたアセトアルデヒドをDNPH法で定量した

[2] 物性影響試験

樹脂に添加剤を加えた際に、樹脂の機械的物性に影響し問題となることがある。そこで、AC103をPP樹脂に添加したときの物性影響 (曲げ強度・曲げ弾性率・シャルピー衝撃強度) を評価した (図6)。添加量は、図5の結果を参考に、アルデヒド捕捉効果が十分得られる量である0.5wt%とした。結果、AC103添加樹脂の機械的物性は、添加剤無しの樹脂と比べて変わらなかった。また、樹脂の外観についてもAC103添加の影響はなかった (図7)。

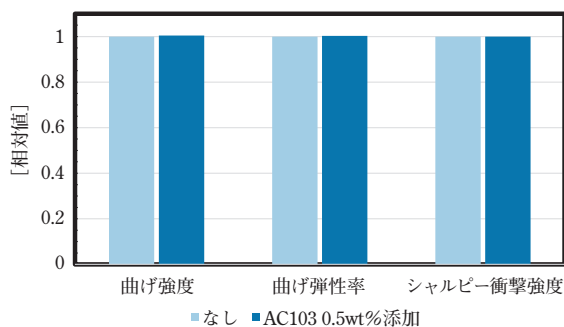


図6 AC103添加樹脂による樹脂への物性影響評価

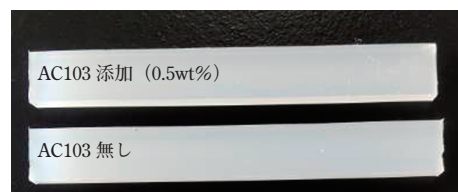


図7 AC103添加による樹脂外観への影響

5. まとめ

化学吸着機構の固体型アルデヒド捕捉剤AC103を開発した。AC103はアルデヒド類との反応性に優れ、高い耐熱性をもつ捕捉剤である。AC103を各種樹脂へ混練添加したところ、少量の添加量で樹脂のアルデヒド放散を抑制できることを確認した。

現在の世界的なプラスチック規制から、今後再生樹脂として流通するプラスチックの量は増加すると予想されている。AC103を活用し再生樹脂を低臭気・低VOC化することで、室内空間の快適性を向上できる。更には再生樹脂の流通を促し、プラスチックによる環境問題の解決にも貢献できると期待する。

6. 引用文献

- 1) 環境省、プラスチックを取り巻く国内外の状況〈参考資料集〉(2021)
- 2) 環境省、プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律に係る排出事業者等による再資源化事業認定申請の手引き (1.0版)、1 (2022)
- 3) 一般社団法人プラスチック循環利用協会、プラスチックリサイクルの基礎知識 (2023)
- 4) 須藤幸徳、長井康行、増田隆洋、東ソー研究・技術報告、62、103-105 (2018)
- 5) 小野嘉夫、鈴木勲、吸着の化学と応用、講談社サイエンティフィック (2003)
- 6) 永田好男、竹内教文、三点比較式臭袋法による臭気物質の閾値測定結果、日本環境センター所報、17、77-89 (1990)

