

●新規多臭気ガス吸着剤「ケスモン® NS-60」 Novel multi-odor gas adsorbent 「KESMON® NS-60」

早川 真由、山田 喜直
Mayu Hayakawa, Yoshinao Yamada

Keywords : Metal organic frameworks (MOF), Gas adsorption, Deodorant, Suppression of outgassing

1 はじめに

近年、生活空間での快適性や衛生意識の高まりに伴い、消臭加工を施した製品が普及している。繊維や樹脂、紙製品などに消臭機能を付与する技術が進み、壁紙やカーテンなどの住宅内装、衣料品や寝具、マスク、介護用品、自動車内装など幅広く展開されている。これらは生活臭や体臭を低減するだけでなく、衛生環境や心理的快適さの確保にも貢献している。一方、消臭加工製品は素材や加工法によって性能に差があり、効果や安全性を消費者が判断しにくいという課題がある。そのため日本では第三者機関による認証マーク制度が整備され、繊維業界では一般社団法人繊維評価技術協議会 (SEK) が制定している SEK マーク¹⁾が代表的である。SEK マークはアンモニアや酢酸、アルデヒドなどの生活臭成分を対象に試験し、一定の性能を満たした繊維製品に付与される。

また近年、新たな消臭ニーズとしてリサイクル樹脂の臭気低減があげられる。リサイクル樹脂は、使用済みのプラスチック製品や廃プラスチックを回収・再加工して再利用可能にした樹脂のことであるが、リサイクル樹脂は製造・使用の際に不純物由来の臭気が発生することが問題視されている。リサイクル源が多様多様であるために発生する臭気もさまざまな種類のガスが混ざった複合臭であり、従来の特定の臭気成分にのみ効果を示すような吸着剤では対応しきれないケースがある。さらに、欧州の自動車業界では今後、新車生産時にリサイクル樹脂の一部使用が義務付けられる²⁾ことから、日本でもリサイクル樹脂の導入が進みつつある。加えて、金属・ガラス・ゴムなどもリサイクル材料として活用する動きが広がっており、いずれも材料由来の複合臭の発生が課題となっている。このような背景から、今後は複合臭に対して高い吸着性能を示す多臭気吸着剤の需要が増大すると予測される。

2 既存消臭剤

これまでに実用化されている代表的な消臭剤としては活性炭やゼオライトが挙げられる。活性炭は比表面積が大きく、多様な臭気を吸着できることから、汎用的な消臭剤として広く利用されてきた。しかし、物理吸着型の消臭剤であるため、環境条件の変化によって一度捕捉したガス分子を再放出する

傾向があり、持続的な消臭性能を維持することが困難である。さらに、活性炭は黒色粉体であるため、外観が重視される製品に応用する際には意匠性を損なうという制約も存在する。また、ゼオライトは多孔質で規則的な細孔構造を有し、極性ガスに対して優れた消臭性能を示す。しかし、ゼオライトは親水性の強い材料であるため、高湿度環境下では水分子が優先的に細孔を占有し、消臭効果が著しく低下することが知られている。

一方、塩基性ガスや硫黄系ガス、酸性ガスなどの特定の臭気と化学反応することで高い消臭効果を示す化学吸着型の消臭剤がある。化学吸着型は特定の臭気ガスに対しては極めて高い消臭効果を示すが、1つの消臭剤で複数種類のガスを吸着することは難しく、複数の臭気の混合から成る複合臭に対しては、複数グレードを組み合わねばならない課題がある。そこで当社では、従来材料の弱点を補い、より幅広い臭気ガス成分に対して安定した性能を示す新規多臭気ガス吸着剤「ケスモン NS-60」を開発したので紹介する。

3 新規多臭気ガス吸着剤「ケスモン NS-60」

「ケスモン NS-60」は MOF (Metal Organic Frameworks、金属有機構造体) から成る新規多臭気ガス吸着剤である。MOF は金属と有機配位子から成る規則的な結晶構造と高い比表面積を持ち、近年注目されている多孔性材料である (図 1)³⁾。金属種や有機配位子の組み合わせを変えることで細孔径や表面特性を制御できるため、用途に応じた設計が可能であり、その高い自由度が大きな魅力となっている。現在、MOF は吸着や分離、触媒反応など幅広い分野で応用が検討されており、機能性材料として大きな可能性を有している。

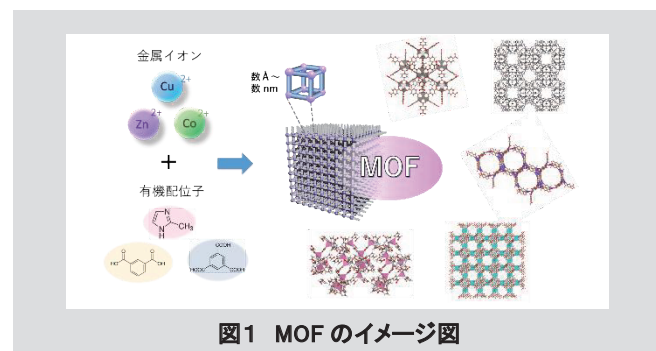


図1 MOF のイメージ図

東亜合成株式会社 名古屋クリエーション R&D センター 製品研究所

New Products Research Laboratory, Nagoya Creatio R&D Center, Toagosei Co., Ltd.

「ケスモン NS-60」の消臭メカニズムは、主に物理吸着と一部の化学吸着の二つの要因に基づく。物理吸着により「ケスモン NS-60」の細孔内に多様な臭気成分を取り込み、高い消臭効果を示す。さらに、アンモニア、酢酸、イソ吉草酸など一部の臭気成分に対しては、化学的相互作用によっても吸着が進行するため、活性炭などの物理吸着型消臭剤と比較して再放出が起りにくい。加えて、「ケスモン NS-60」は優れた耐水性及び耐熱性を有しており、湿度や温度変化の大きい環境下においても安定した消臭性能を発揮する。

3. 1 「ケスモン NS-60」の特徴

「ケスモン NS-60」は白色粉末のため、色調外観を損なうことなく繊維などへの後加工や樹脂への成形加工ができる（図2）。「ケスモン NS-60」の各物性を表1に示す。安定した結晶構造であるため350℃の耐熱性を持ち、ポリプロピレン、ポリエステルなど汎用樹脂に対して練り込み加工することができる。

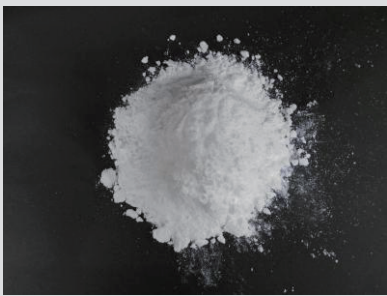


図2 「ケスモン NS-60」

表1 「ケスモン NS-60」の代表物性

外観	白色粉末
平均粒径 D50	約20 μm
耐熱温度	350℃
緩めかさ比重	0.14
比表面積	800～1100m ² /g

3. 2 「ケスモン NS-60」の消臭性能

「ケスモン NS-60」は、さまざまな種類の臭気成分に対して消臭性能を示す。まずは「ケスモン NS-60」の粉体を用いてアンモニア、酢酸、アセトアルデヒドなど、消臭ニーズの高い8種類のガスに対する消臭性能を評価した。試験は、粉体を試験用袋に封入し、所定濃度に調整したガスを注入して密閉した後、室温で静置し、一定時間ごとにガス検知管で袋内の残存ガス濃度を測定して経時変化を評価することで実施した。結果を図3に示す。短時間で残存ガス濃度が低いほど、

消臭スピードが速く、消臭容量が大きい消臭剤であることを示し、「ケスモン NS-60」は、各種ガスに対して活性炭以上の消臭性能を示していることが分かる。

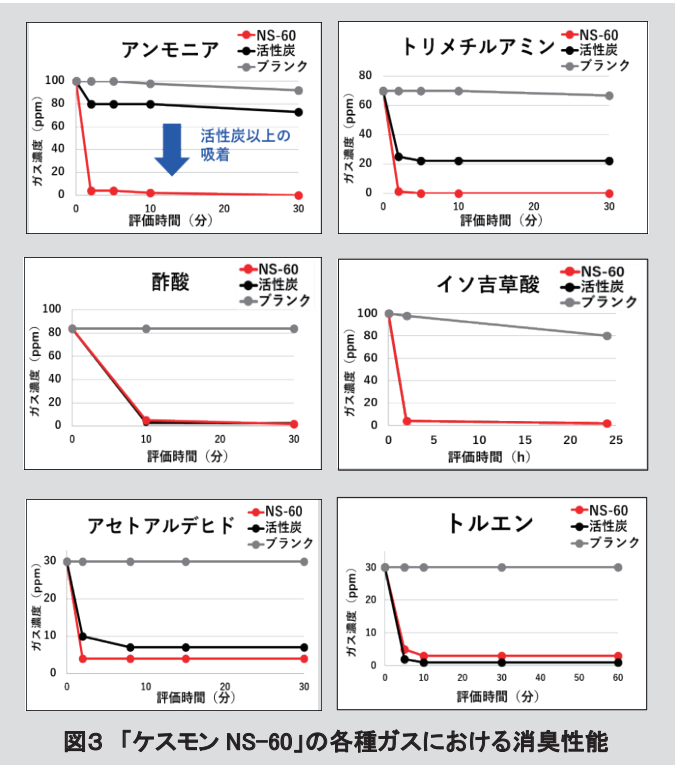


図3 「ケスモン NS-60」の各種ガスにおける消臭性能

また、人がおいをかいで評価する官能評価法によっても消臭性能を評価した。シックハウス症候群の原因物質でありVOC（揮発性有機化合物）⁴⁾の1つであるテトラデカンと、加齢臭の主成分である2-ノネナールに対して評価した。試験は、粉体を入れた三角フラスコにテトラデカン又はノネナールの溶液を注入し、密閉した状態で2時間静置することで、フラスコ内に各化合物のガスを揮発させた。静置後、6名の評価者が三角フラスコ内の気相部分を嗅覚により評価し、6段階臭気強度表示法（表2）に基づき判定した結果を図4に示す。「ケスモン NS-60」は臭気強度3のテトラデカンと臭気強度3.5のノネナールを臭気強度1未満まで低減させており、VOCや加齢臭に対しても高い消臭効果を発揮することを示した。

表2 6段階臭気強度表示法

臭気強度	判定
0	無臭
1	やっと感知できるにおい
2	弱いにおい
3	楽に感知できるにおい
4	強いにおい
5	強烈なにおい

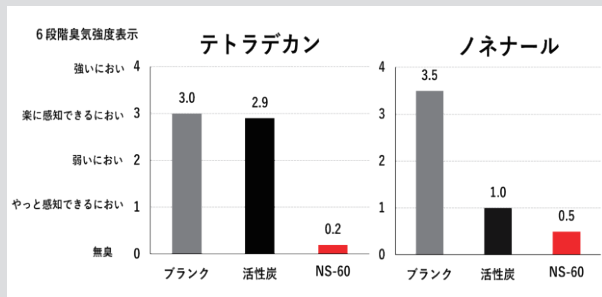


図4 ノネナール及びテトラデカンへの消臭性能

これらの結果から、「ケスモン NS-60」は、多臭気ガスに対する吸着剤としての特性を有しており、室内空間や生活用品への幅広い応用可能性を示した。

3.3 加工品の消臭性能

3.3.1 「ケスモン NS-60」後加工不織布の消臭性能

「ケスモン NS-60」の後加工品の消臭性能を評価するため、「ケスモン NS-60」後加工不織布を作製し、その消臭性能を評価した。まず、「ケスモン NS-60」を水に分散させ、バインダーを加えて均一な塗工液を調製した。得られた塗工液を基材となる PET 不織布に均一に塗布し、十分に乾燥させることで、「ケスモン NS-60」が 1 g/m² 又は 2 g/m² の展着量で不織布上に展着加工された後加工不織布を作製した。作製した不織布に対して、SEK の消臭加工マークの認証基準¹⁾に準拠して消臭性能を評価した。「ケスモン NS-60」後加工不織布を 10×10 cm の試験片に裁断し試験袋に入れて密閉し、規定濃度に調製した酢酸ガス又はアンモニアガスを 3 L 注入した。25℃において 2 時間静置後、試験袋内の残存ガス濃度を検知管により測定した。空試験として同様の条件で不織布を入れない試験袋を準備し、残存ガス濃度を測定した。得られた濃度の数値から、式 1 により臭気減少率 (%) を算出した。

$$\text{臭気減少率 (\%)} = (S_b - S_m) / S_b \times 100 \cdots (\text{式 1})$$

S_b : 空試験の残存ガス濃度

S_m : 試験片を入れた試験袋の残存ガス濃度

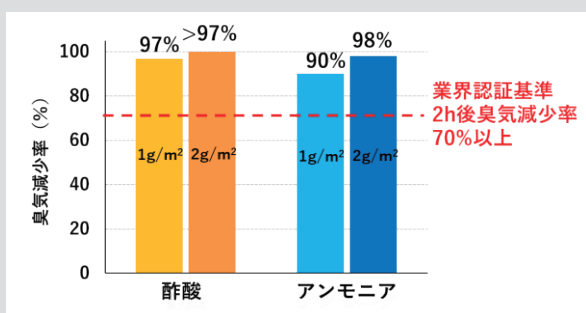


図5 「ケスモン NS-60」後加工不織布の消臭性能

「ケスモン NS-60」は、不織布に後加工した状態でも酢酸ガス及びアンモニアガスに対して高い消臭効果を発揮することが分かった(図 5)。SEK の消臭加工マークを取得できる認証基準¹⁾は臭気減少率 70%以上であるが、「ケスモン NS-60」後加工不織布は展着量が増えるごとに臭気減少率が高くなっており、いずれの加工不織布も酢酸ガス及びアンモニアガスにおいて SEK マークの認証基準を満たした。

3.3.2 「ケスモン NS-60」練り込み樹脂の消臭性能

樹脂練り込み体として「ケスモン NS-60」練り込み繊維の消臭性能を評価した。樹脂には消臭加工繊維製品に広く使われている PET 樹脂を選定した。「ケスモン NS-60」粉末は繊維径 10 数 μm の繊維に練り込めるよう平均粒径 4 μm 程度に粉砕して使用した。まず PET 樹脂ペレットと「ケスモン NS-60」粉末を混合し、2 軸押出機に入れ、樹脂を溶融させ、スクリーンで混練しながら押出成形することで、「ケスモン NS-60」配合マスターバッチを作製した。さらに、得られたマスターバッチを用いて「ケスモン NS-60」の配合濃度が 2 wt% になるように、加熱溶融紡糸装置を用いて「ケスモン NS-60」練り込み PET 繊維 (糸及びわた) を作製した (図 6)。

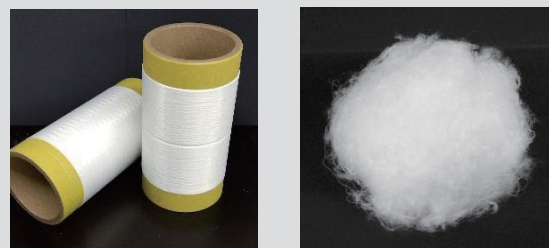


図6 「ケスモン NS-60」加工糸及びわた

作製した「ケスモン NS-60」練り込み繊維の表面の SEM (走査型電子顕微鏡) 画像を図 7 に示す。SEM 画像から、PET 繊維表面に「ケスモン NS-60」が存在していることが分かる。

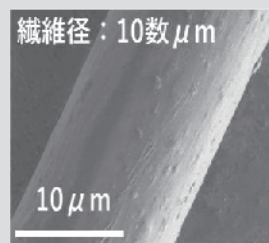


図7 「ケスモン NS-60」練り込み繊維 SEM 画像

「ケスモン NS-60」練り込み繊維について、SEK の消臭加工マーク認証基準¹⁾に準拠して消臭性能を評価した。試験袋に

消臭繊維 2.4 g を投入し、規定濃度に調製した酢酸ガス又はアンモニアガスを 3 L 注入し密閉した。その後、25℃において 2 時間静置し、試験袋内の残存ガス濃度を測定した。空試験として同様の条件で「ケスモン NS-60」練り込み繊維を入れない試験袋を準備し、残存ガス濃度を測定した。空試験と「ケスモン NS-60」練り込み繊維を入れた試験袋の濃度の差をもとに、式 1 により臭気減少率 (%) を算出した。試験結果を図 8 に示す。「ケスモン NS-60」を練り込み加工した PET 繊維は、酢酸ガスとアンモニアガスに対していずれも臭気減少率 70% 以上を示し、SEK の消臭加工マークの認証基準を満たした。このように「ケスモン NS-60」は樹脂に練り込み加工後も高い消臭効果を発揮した。

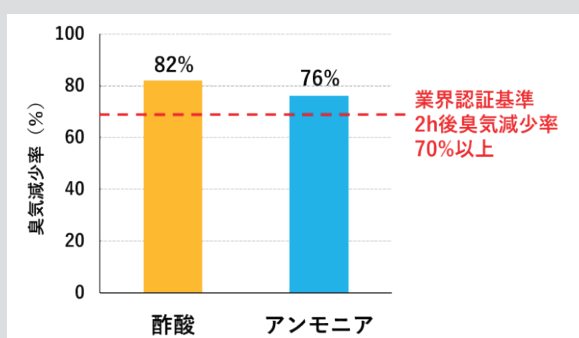


図8 「ケスモン NS-60」練り込み繊維の消臭性能

3. 4 「ケスモン NS-60」の複合臭に対する消臭性能

リサイクル PP 樹脂から発生する複合臭に対する「ケスモン NS-60」の性能を評価した。リサイクル PP 樹脂を一定重量に計量し、官能評価用の試験袋に入れた。さらに「ケスモン NS-60」を樹脂重量に対して 2 wt% となるよう添加し、密封した状態で 80℃で 2 時間加熱することで臭気成分を袋内に揮発させた。加熱後、試料を室温に戻し、袋内に発生した臭気に対して官能評価を行った。また、比較として汎用消臭剤であるゼオライトを用いて同様にサンプルを調製して評価した。臭気の強度判定には表 2 の 6 段階臭気強度表示法を用い、評価は 6 人で行った。消臭剤を添加した袋と無添加の袋

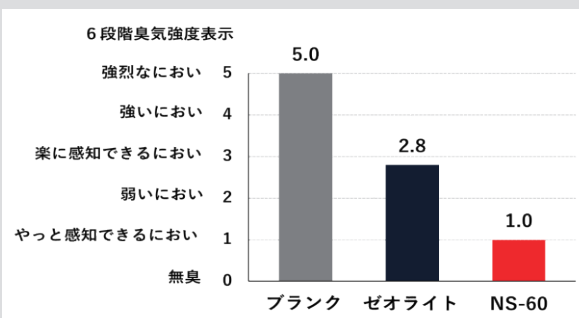


図9 「ケスモン NS-60」のリサイクル樹脂臭への消臭効果

(ブランク) の結果を比較することで消臭効果を評価した試験結果を図 9 に示す。

消臭剤無添加で臭気強度が 5 のリサイクル樹脂由来の複合臭に対して、ゼオライトを添加したサンプルでは臭気強度 3 程度までしか低減できなかったが、「ケスモン NS-60」を添加したサンプルではリサイクル材料由来の複合臭を、臭気強度 1 まで低減させることができた。この結果から「ケスモン NS-60」が実際のリサイクル樹脂から発生する特有の複合臭低減に有効であることが示された。

4 おわりに

各種臭気成分に対して従来の活性炭やゼオライトといった消臭剤よりも高い消臭効果を発現する新規多臭気ガス吸着剤「ケスモン NS-60」を新たに開発した。本材料を繊維などに後加工、若しくは各種樹脂に対して練り込むことで高い消臭効果を付与できる。「ケスモン NS-60」を今後、より多くのエンドユーザーに利用して頂き、少しでも多くの人々に快適な生活空間を提供するとともに、リサイクル材料を通じた SDGs にも貢献できれば幸いである。

引用文献

- 1) 一般社団法人 繊維評価技術協議会, 製品認証マーク SEK 認証基準, “SEK マーク繊維製品認証基準(2025 年 4 月 1 日改訂版)” (2025).
<https://www.sengikyo.or.jp/sek/?eid=00004>, (参照 2025-10-31)
- 2) 三井化学株式会社, 素素 soso 素材の素材まで考える。Powerd by BePLAYER RePLAYER, “【ELV 規則案の最新動向】”, (2025).
<https://jp.mitsuichemicals.com/jp/sustainability/bep-layer-replayer/soso/archive/column/common/2025-0930-01>, (参照 2025-10-31)
- 3) K. Momma and F. Izumi, "VESTA 3 for three-dimensional visualization of crystal, volumetric and morphology data," *J. Appl. Crystallogr.*, **44**, 1272-1276 (2011).
- 4) 一般社団法人 日本自動車工業会, “車室内 VOC 低減に対する自主取り組み” (2005).
https://www.jama.or.jp/operation/ecology/hazardous_substances/voc.html, (参照 2025-10-31)