

アレル物質の作用を抑制する木質床材

Anti-Allergen Wood Flooring Material

坂本 顕士* ・ 前田 直彦* ・ 大村 浩之* ・ 柴田 健一郎** ・ 山本 卓也***
 Kenji Sakamoto Naohiko Maeda Hiroyuki Omura Ken-ichiro Shibata Takuya Yamamoto

木質床材において、配合したアレル物質作用抑制ポリマの活性を阻害しない2官能直鎖モノマと3官能モノマ、および表面硬化性に寄与する光重合開始材を含む紫外線硬化型樹脂を開発し、表面に塗布して硬化させることで、アレル物質作用抑制効果と高耐久性の両立を実現した。

これにより、面積の大きい床材で効率的なアレル物質の作用の抑制が可能となり、室内環境に配慮した住まいづくりに貢献できる。

In the development of wood flooring materials, a UV-curing type resin has been developed containing (1) bifunctional-straight-chain monomers and trifunctional monomers that do not interfere with the activation of a compounded anti-allergen polymer, and (2) photopolymerization initiator for contribution to surface hardening. Wood floor materials coated with this resin have both anti-allergen function and high durability. The floor covered with these materials provides comfortable indoor environment.

1. ま え が き

近年、健康や快適性に対する関心の高さから、室内の空気環境改善ニーズが強まっている。

厚生労働省は、室内の空気環境を快適に保つため、室内塵に含まれるダニの糞・死骸、花粉、ペットの毛・フケなどに由来するアレル物質に対し、環境整備ガイドラインや指針値を設けている¹⁾。

これらを背景に、家電業界では掃除機、エアコンディショナ、空気清浄機などにおいて、集塵フィルタでアレル物質を除去したり、静電霧化したナノメートルサイズの帯電微粒子水によりアレル物質の作用を抑制する製品が開発されている²⁾。また繊維業界では、繊維表面に付着したアレル物質を化学的に抑制する加工技術が開発されている。なかでも、アレル物質作用抑制ポリマ³⁾(以下、抑制ポリマと記す)を繊維にグラフト処理したものがインテリアや寝具を中心に採用されている。

抑制ポリマの構造式を図1に示す。この抑制ポリマは、側鎖にフェノール性水酸基を有する非水溶性の線状ポリマであり、以下の特徴を有する。

- (1) さまざまなアレル物質に対する高い作用抑制効果
- (2) 優れた加工性

- (3) 人体に対する安全性

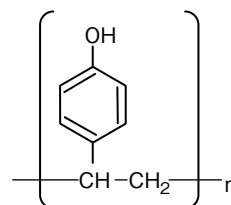


図1 抑制ポリマの構造式

図2に抑制ポリマのアレル物質の作用抑制メカニズムを示す。

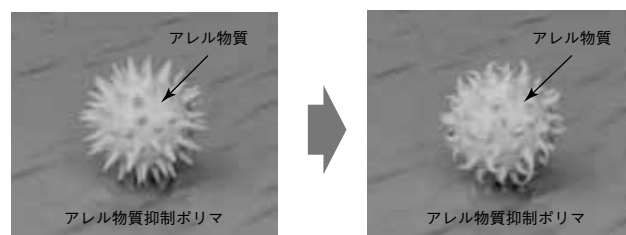


図2 アレル物質抑制メカニズム

* 住建事業本部 住建総合技術・商品開発センター General Technology & Products Development Center, Building Products Manufacturing Business Unit

** 住建事業本部 内装システム事業部 Interior Furnishing Materials Division, Building Products Manufacturing Business Unit

*** パナソニック電工群馬株式会社 Panasonic Electric Works Gumma Co., Ltd.

抑制ポリマは多数のフェノール性水酸基を有することから、空中に浮遊するアレル物質が落下して、このフェノール性水酸基と一定時間接触することでアレル物質の作用が抑制されるものと推測されている³⁾が、詳細は現在解明中である。

そこで筆者らは、木質床材の表面に抑制ポリマを配合した塗膜を形成すれば、広い面積で効率的なアレル物質対策になると考えた。

その際に課題となるのは、アレル物質作用抑制効果と木質床材として必要な耐久性の両立である。

従来、木質床材には汚れやきずが付きにくいなどの耐久性を付与するため、表面塗膜に高密度架橋の紫外線硬化型樹脂（以下、UV樹脂と記す）が採用されている。

しかし、UV反応性がない抑制ポリマを高密度架橋UV樹脂に配合するとUV樹脂の高密度架橋が阻害され、木質床材の表面塗膜に必要な耐久性を確保することができない。また、抑制ポリマの活性がUV樹脂中の成分に阻害され、アレル物質作用抑制効果が発現しにくい。そのため、アレル物質作用抑制効果と木質床材の塗膜として必要な耐久性の両立が満足できない。

そこで筆者らは、抑制ポリマの活性を阻害せずに高密度架橋が可能なUV樹脂を開発して木質床材表面に塗布することで、アレル物質作用抑制効果と耐久性の両立を実現した。本稿では、その技術開発内容について報告する。

2. 木質床材の構成とUV塗膜への要求特性

高耐久性木質床材の構成を図3に示す。この木質床材は、合板基材、強化層、化粧層、塗膜で構成される。

表面の塗膜は、ウレタンアクリレートオリゴマをベースに数種類のUVモノマを配合した高密度架橋UV硬化樹脂で形成されている。これにより、木質床材表面に汚れやきずが付きにくく、ワックス掛けなしでも美観を維持して高耐久性を発現できる。その塗膜に求められる特性を表1に示す。

3. 抑制ポリマ配合UV樹脂の開発

木質床材は汚れやきずが付きやすい環境下で使用されるため、抑制ポリマを配合した塗膜を形成しただけでは、メンテナンスを目的でワックス掛けを行うとアレル物質作用抑制機能を失ってしまう。したがって、木質床材表面には高耐久性も必須となる。

3.1 技術課題

アレル物質作用抑制機能を発揮させるためには高密度架橋UV樹脂から成る塗膜表面に、抑制ポリマが有する多数のフェノール性水酸基を均一に配列して固定化させる必要がある。しかし、抑制ポリマを従来の高密度架橋UV樹脂中に添加すると、UV樹脂中の成分が抑制ポリマの活性点

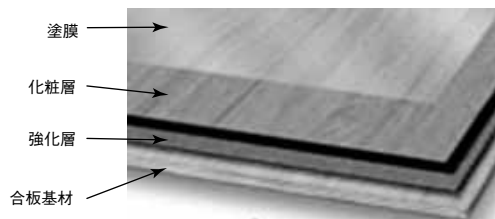


図3 木質床材の構成

表1 塗膜への要求特性

	項目	試験方法
きずに対する性能	表面引っかき性	スクラッチ試験（社内規格）
	耐摩耗性	スリッパ10年歩行想定（社内規格）
汚れに対する性能	耐汚染性	アルカリ洗剤、中性洗剤を滴下放置（社内規格）
	耐アンモニア性	アンモニア水を滴下放置（社内規格）
水に対する性能	耐水性	2種浸漬試験（JAS規格）
熱・光に対する性能	耐熱性	寒熱繰返し試験（JAS規格）
	耐光性	JAS規格
その他	塗膜密着性	基盤目テープ法（JAS規格）

を阻害してしまい、アレル物質作用抑制効果が安定的に確保できない。また、抑制ポリマがUV樹脂とは反応しないため、UV樹脂中の架橋を阻害して塗膜に必要な耐久性を確保できない。

このように、UV樹脂中に抑制ポリマを単純に配合するだけでは、アレル物質作用抑制効果と耐久性を両立することができない。

したがって、抑制ポリマの活性点を阻害しにくいUVモノマの選定と、UV樹脂の架橋密度向上が課題となる。

3.2 アレル物質作用抑制効果の評価方法

図4に、アレル物質作用抑制性能の評価方法の概略を示す。各アレル物質の抽出液を木質床材表面に滴下した後、経時的に抽出液中に含まれるアレル物質量を酵素免疫測定法（ELISA法）で測定し、アレル物質作用抑制効果を定量化する。



図4 床材表面のアレル物質作用抑制評価方法

対象とするアレル物質としては、ダニの死骸（Der f 2）、スギ花粉（Cry j 1）、ペットのフケ（Fel d 1, Can f 1）由来のものを用いる。

ELISA法は、アレル物質と反応して発色する特殊な薬剤

を利用してアレル物質の量を高精度に測定するもので、国際的な評価方法としても定着している⁴⁾。

試料と接触させたアレル物質抽出液の濃度 (A)、および対照と接触させたアレル物質抽出液の濃度 (B) を時間ごとに測定し、次の式 (1) でアレル物質作用抑制率 (以下、抑制率と記す) を算出する。なお、試料とは抑制ポリマあり、対照とは抑制ポリマなしを示す。

$$\text{抑制率 (\%)} = \frac{(B-A)}{B} \times 100 \quad (1)$$

3.3 UVモノマの選定

抑制ポリマの活性を阻害しない UV モノマを選定するため、官能基数と骨格、極性などの分子構造に基づき検討した結果を表 2 に示す。アレル物質はダニ由来のものを使用し、反応開始から 6 時間後の抑制率で 80 % 以上の水準を合格と判定して表中に◎または○で表記している。

この表から、2 官能の直鎖モノマ (モノマ C, モノマ D) および、3 官能モノマ (モノマ G, モノマ H) が抑制ポリマの活性を阻害しにくいことがわかる。

これらの結果から、モノマ C, モノマ D, モノマ G, およびモノマ H を選定する。

表 2 アレル物質作用抑制性能

種類	分子構造の特徴			アレル物質抑制性能
	官能基数	骨格	極性	
モノマ A	1	直鎖	高	×
モノマ B	1	直鎖	低	×
モノマ C	2	直鎖	高	○
モノマ D	2	直鎖	低	◎
モノマ E	2	分岐	低	×
モノマ F	2	環状	低	×
モノマ G	3	—	高	◎
モノマ H	3	—	低	○

◎ 抑制率 90 % 以上, ○ 抑制率 80 % 以上, × 抑制率 80 % 未満

3.4 UV樹脂の架橋密度向上

アレル物質作用抑制性能を阻害せずに UV 樹脂の架橋密度を向上させる方法として、まず 3 官能モノマの配合量を従来品より増やすことを検討した。しかし、3 官能モノマの配合量を増やすだけでは従来の高密度架橋 UV 樹脂と同等の硬化性を得ることができなかった。

そこで硬化性を高めるため、光重合開始材の検討を行った。その結果、酸素阻害の受けにくいケトン系の光重合開始材 B を新規に組み合わせることで、従来同等の硬化性が得られ、耐久性も満足することを見いだした (表 3)。

このように、2 官能直鎖モノマと 3 官能モノマを中心に表面硬化性に寄与する光重合開始材 B を組み合わせること

で、抑制ポリマの活性点を阻害しない高密度架橋 UV 樹脂を実現している。

表 3 光重合開始材の検討結果

評価項目	光重合開始材 A 水素引抜型	光重合開始材 B ケトン系	光重合開始材 C ホスフィン系
表面引っかき性	○	○	× 著しいきざりあり
耐摩耗性	○	○	× 光沢変化あり
耐汚染性	× 変色あり	○	○
耐アンモニア性	× 変色あり	○	× 変色あり
耐水性	○	○	○
耐熱性	○	○	× 変色あり
耐光性	× 変色あり	○	× 変色あり
塗膜密着性	○	○	○

4. アレル物質の作用を抑制する木質床材

4.1 開発品の構成

前述した抑制ポリマを配合した UV 樹脂を木質床材表面に塗布し、アレル物質の作用を抑制する木質床材を開発した。

図 5 に、この構成の一例を示す。基材には、ラワン合板に比べて比重が大きく、耐凹み性に優れたユーカリ合板を使用している。なお、この合板は、成長～伐採～再生 (植林) のサイクルが管理されており、持続可能な森林を証明する Program for Endorsement of Forest Certification Schemes の森林認証 (以下、PEFC 認証と記す) を取得している。また、強化層にはウッドプラスチックボード (WPB) を、化粧層にはオレフィン系樹脂化粧シートを使用している。

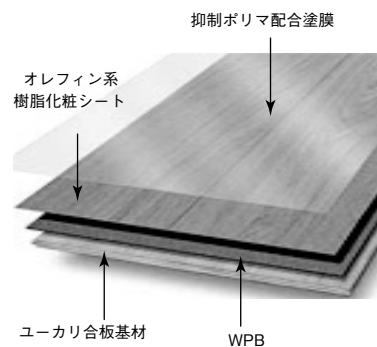


図 5 開発品の構成

4.2 評価

この開発品について、アレル物質作用抑制性能と耐久性の評価を実施する。

4.2.1 アレル物質抑制

各アレル物質に対し、その抑制率の変化を調べる。これらの結果を図 6 に示す。開発品は、いずれのアレル物質に対しても時間とともに抑制率が増加し、6 時間後には約 90 % となる。なお従来品では、6 時間後もアレル物質量に変

化がほとんどみられないことも確認している。

以上のことから、UV樹脂中の抑制ポリマがアレル物質の作用を抑制することが検証できた。

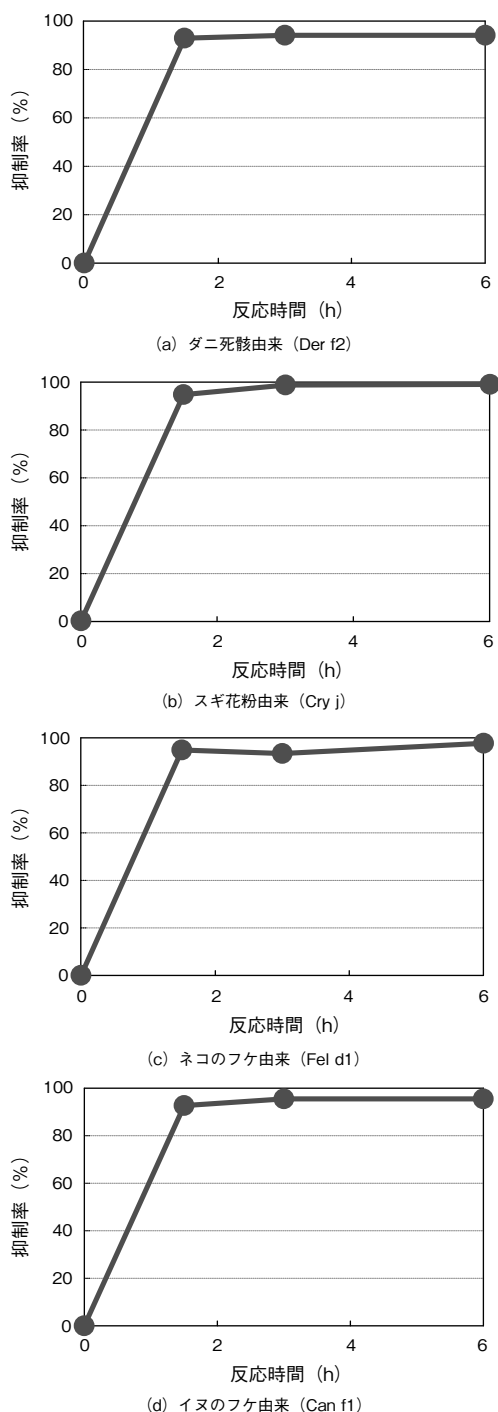


図6 アレル物質作用抑制率の推移

4.2.2 耐久性

アレル物質抑制性能の持続性に影響を及ぼす因子としては、以下のものが挙げられる。

- (1) 抑制ポリマを含む塗膜が摩滅する。
- (2) 抑制ポリマが化学的に変化する。

そこで、まず表3に示した評価項目を確認したうえで、前記(1)に該当する耐摩耗性試験と、前記(2)に該当する耐熱性試験、耐光性試験については、試験後にアレル物質抑制性能を測定する。なおアレル物質としては、ダニ死骸由来のものを用いる。

その結果、開発品はいずれの耐久性試験においても6時間後の抑制率が80%以上となっている(表4)。

以上のことから、開発品は、木質床材としての耐久性とともにアレル物質抑制効果の持続性も有することが検証できた。

表4 耐久性試験後のアレル物質作用抑制効果

試験項目	結果	アレル物質抑制率 (%)
表面引っかき性	○	—
耐摩耗性	○	85.1
耐汚染性	○	—
耐アンモニア性	○	—
耐水性	○	—
耐熱性	○	90.1
耐光性	○	90.2
塗膜密着性	○	—

5. あとがき

木質床材において、配合した抑制ポリマの活性を阻害しない2官能直鎖モノマと3官能モノマ、および表面硬化性に寄与する光重合開始材を含む紫外線硬化型樹脂を開発し、表面に塗布して硬化させることで、アレル物質作用抑制効果と高耐久性の両立を実現した。

これにより、面積の大きい床材で効率的なアレル物質の作用の抑制が可能となり、室内環境に配慮した住まいづくりに貢献できる。

今後は開発した技術を応用し、床材以外でも空気環境の改善に寄与する製品開発に結び付けていく予定である。

*参考文献

- 1) 快適で健康的な住宅に関するガイドライン, 厚生省生活衛生局快適居住環境研究会, p. 48-56 (1999)
- 2) 西川 和男: 放電プラズマにより生成したクラスターイオンによるアレルギー性の低下, アレルギーの臨床, Vol. 23, p. 53-56 (2003)
- 3) 鈴木 太郎, 寺本 師士, 藤原 昭彦: アレルゲン不活化剤 (アレルバスター), BIO INDUSTRY, Vol. 21, No. 10, p. 22-27 (2004)
- 4) 白井 秀治, 阪口 雅弘: 室内環境中のダニを中心としたアレルゲン定量, アレルギーの臨床, Vol. 27, No. 11, p. 64-66 (2007)

◆執筆者紹介



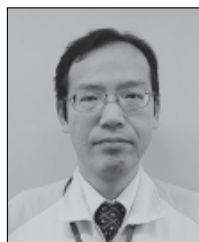
坂本 顕士

住建総合技術・商品開発センター



前田 直彦

住建総合技術・商品開発センター



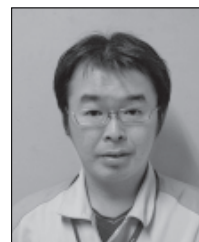
大村 浩之

住建総合技術・商品開発センター



柴田 健一郎

内装システム事業部



山本 卓也

パナソニック電工群馬(株)