

自動車用シートの耐久性を考慮した アレルギー低減シート表皮の開発

Development of Anti-allergenic Compound for Durability of Automotive Seat Fabric

林 里 恵*
Rie HAYASHI

要 旨

乗員の衣服などに付着して車室内に持ち込まれるアレルギー物質として、主にダニおよびスギ花粉が挙げられる。これらのアレルギー物質に対して不活化性能を示し、摩擦や環境老化といった自動車の厳しい条件に耐え、未加工品同等のアセンブリ外観商品性を有するアレルギー低減シート表皮の開発をおこなった。

上記の性能を達成するために、多数の抗アレルギー剤の中から最適な材料を選定するとともに、配合比、粒径、バインダ剤、塗布方法について改良を加え、ねらいの性能を有するシート表皮を開発することができた。

さらにスギ花粉以外の花粉アレルギー物質についても検証をおこない、1年を通じてアレルギー低減効果を発揮できることを確認した。

ABSTRACT

Mite and cedar pollen allergens can be indicated as the main allergens that are carried into automobile passenger cabins, for example by adhering to the clothes of vehicle occupants. An allergen-reducing seat fabric has been developed that displays good deactivation performance against these allergens, and is resistant to the friction, environmental aging, and other severe conditions characteristic of automobiles.

In order to realize this performance, optimal materials were selected from among multiple anti-allergenic compounds. In addition, attention was paid to the compounding ratio, particle size, binding agent, and coating method in order to produce a seat fabric conforming to performance targets.

Tests of the efficacy of the seat fabric in relation to allergens other than cedar pollen indicated that it is effective in reducing allergens throughout the year.

1. ま え が き

近年、日本におけるアレルギー疾患の発症率は増加傾向にあり、特に目鼻アレルギーの有症率は高い⁽¹⁾。また健康、快適志向の高まりにより、自動車室内においても乗員への健康、快適性を配慮した機能を持たせた付加価値技術が多く提案されている。

既に量産されている自動車室内のアレルギー低減機能を有する空調装置のアレルフリー高性能脱臭フィルタは、外気から侵入する花粉などのアレルギー物質を低減できるが、乗員の衣服などに付着して車室内に持ちこまれるアレルギー物質については低減できない。この経路で持ち込まれるアレルギー物質には、花粉のみでなく目鼻アレルギーの原因となるダニアレルギーも含まれ、特にシート表皮上へ蓄積する (Fig. 1)。

本研究は、1年を通してさまざまなアレルギー物質に対

して不活化性 (低減性) を示す抗アレルギー剤を、その耐久性およびシート本体の商品性、機能を損なうことなく自動車用シート表皮へ定着加工を施すことで、車室内の快適性を向上させることを目的とした。

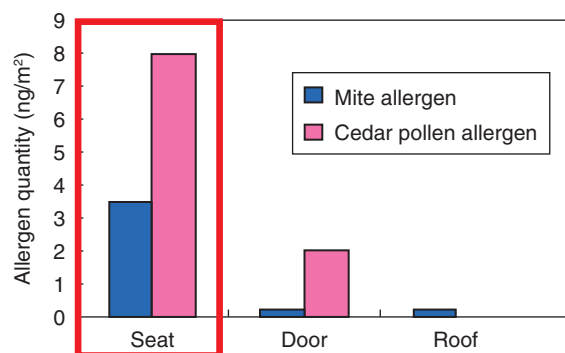


Fig. 1 Mite and cedar pollen allergen count on automotive interior fabrics

*四輪 R&D センター

2. 抗アレルギー剤とは

一般的なアレルギー症状発症メカニズムは、肥満細胞に付着した抗体とアレルギー物質（抗原）が接触（反応）することにより抗原抗体反応（Fig. 2）が起き、炎症物質（ヒスタミン等）が放出されることで、神経や血管を刺激し、アレルギー症状が発症することである⁽²⁾。

抗アレルギー剤とは、アレルギー物質を吸着して、そのタンパク質構造に作用し変性させることで、アレルギー物質と体内の抗体との反応を抑制する物質である。

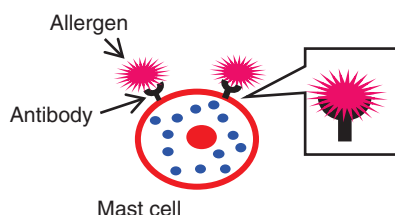


Fig. 2 Mechanism of antigen-antibody reaction

3. 開発のねらい

従来の抗アレルギー剤加工を施したシート表皮の課題は、抗アレルギー剤の呈色などの影響により低減対象であるアレルギーが限定されてしまうことや、自動車室内の環境条件や摩耗による抗アレルギー剤の性能低下、シートアセンブリ時のスチーム白化などによる外観商品性の低下などが挙げられる。

本研究で開発したアレルギー低減シート表皮は、前述の課題を克服するとともに自動車用表皮として求められる性能を満足することを目標とした。

3.1. 不活化性能の目標設定

本研究では、低減対象とするアレルギー物質を一般的にニーズの高いダニおよびスギ花粉とし、完成車想定条件による不活化性能の目標を定めた。

ダニアレルギーについてはWHOにて発症しきい値が設定されている。完成車で検出されたダニアレルギー量をともに、一晩おいた後、WHOの発症しきい値以下となるよう、不活化率（低減率）目標を定めた。

スギ花粉アレルギーについては、環境省⁽³⁾の花粉飛散量目安の中で最も飛散量が少なくと数値設定されている10個/cm²以下を参考に、シート表皮上のスギ花粉アレルギー量が常に花粉10個/cm²以下相当となるように不活化率目標を定めた。

3.2. 耐久性目標設定検討

自動車の厳しい環境条件や摩耗などの耐久試験後も高い不活化性能を維持できることを目標とし、耐久性、均質

加工性、量産性などの観点から最適な加工法、バインダ剤選定などの検討をおこなった。

3.3. シートアセンブリ時の外観商品性保持

変色や白化などによるシートアセンブリとしての外観商品性の低下を引き起こすことなく、抗アレルギー剤の性能を向上させるため、表皮全体へ均質に定着させる仕様を検討した。

3.4. ダニ・スギ花粉以外のアレルギーへの効果検討

日本国内において年間を通じたアレルギー低減シートの効果を確認するために、ヒノキとブタクサアレルギーについても検証を実施した。

4. アレルギー低減シート表皮の基本仕様

4.1. 抗アレルギー剤仕様

本研究で適用する抗アレルギー剤として、無呈色であり、耐水性が高く、熱や光などの環境条件下でも安定的である候補材料を数十種類の中から選定した。さらにその中から、ダニ・スギ花粉アレルギー双方に対し3章の開発目標を満足する効果を発揮できるよう、水酸基をもつ芳香族ポリマーと酸化ジルコニウムの2種類を配合した（Fig. 3）。

また、表皮へ加工した際、アセンブリ外観商品性へ影響する剛軟性や伸び率を保持でき、少ない塗布量で接触回数を向上させ高い不活化性能を得られるよう、平均粒子径を0.8 μm から 1.0 μm と比較的微細な仕様とした。

4.2. 耐久性を考慮したバインダ剤仕様

シート乗降時等の摩耗による抗アレルギー剤の脱落を防ぎ、抗アレルギー剤を表皮に定着させるためにバインダ剤を混合した。バインダ剤の種類を検討した結果、難燃性や耐チョークマーク性などの性能も満足できるポリエステル樹脂を選定した（Table 1）。

4.3. シート表皮への加工方法

加工方法として、一般的に自動車のシート表皮へ樹脂加工する際に用いられるディッピング法を採用した。この方法を選定することにより、表皮全体へ抗アレルギー剤加工

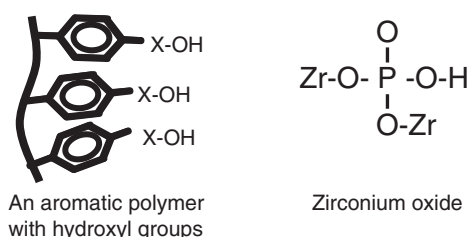


Fig. 3 Structure of anti-allergic compounds (image)

Table 1 Test results for binder resin

Kind of binder resin	Compatibility with anti-allergenic treatment	Chalk mark resistance	Flame resistance
Polyester resin	○	○	○
Polyurethane resin	○	×	×
Acrylic resin	○	○	×
None	—	×	○

○: OK, ×: No good

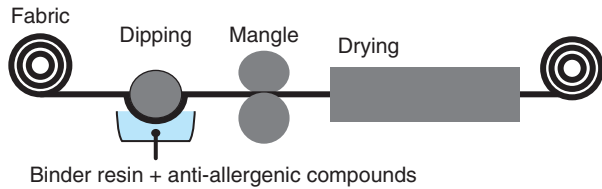


Fig. 4 Processing method for seat fabric

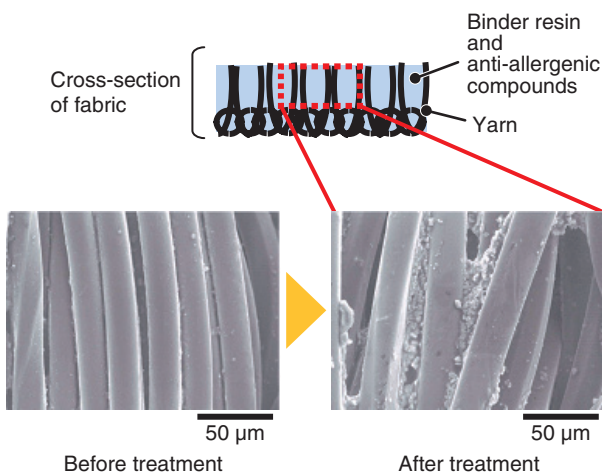


Fig. 5 SEM photograph of seat fabric

を施せるため、高い不活化性能を得ることができ、バインダ剤との併用により、耐久性向上も可能である。

Fig. 4 に工程イメージを、Fig. 5 に加工前後の表皮の電子顕微鏡拡大写真を示す。

5. 性能検証結果

5.1. ダニ、スギ花粉アレルギー不活化特性

アレルギー不活化性能を評価するにあたり、一般的に適用されている測定方法である ELISA 法⁽²⁾を用いて、Table 2 の条件に基づき測定をおこなった。この条件は、Fig. 1 に示した実車に蓄積しているアレルギー量を参考に設定した。

Fig. 6 に示す通り、ダニおよびスギ花粉アレルギーに対し、共に 97% 以上の高い不活化性能を発揮することができた。

5.2. 自動車用シート表皮としての耐久性

自動車の厳しい環境下(熱, 湿度, 光)でも抗アレルギー

Table 2 Test conditions for ELISA

Kind of allergen	Test piece size	Allergen concentration
Mite	25 cm ²	1.575 ng/ml
Cedar pollen		0.325 ng/ml

剤の効果が損なわれることがないか、各種耐久性試験を実施し不活化性能を確認した (Fig. 7 – Fig. 9)。

開発したアレルギー低減シート表皮は自動車の厳しい環境下でも、性能を保持することを確認した。さらに、シートの使い勝手を考慮し、シート表皮をテーパー摩耗試験機による摩耗試験、およびシートアセンブリでの乗降耐久試験

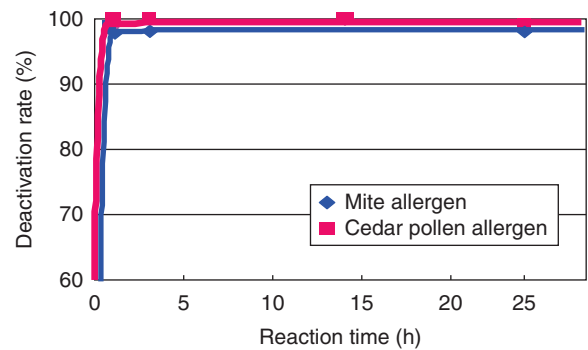


Fig. 6 Test results for deactivation rate

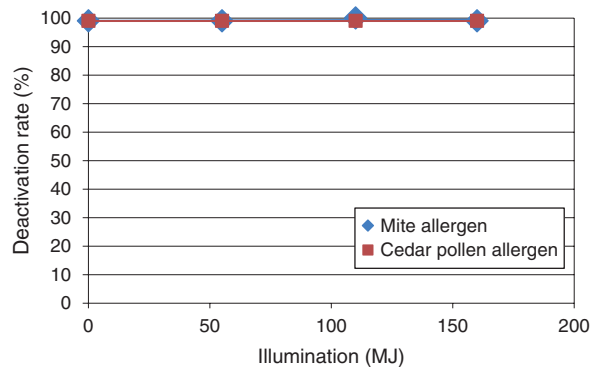


Fig. 7 Test results for deactivation rate after light resistance

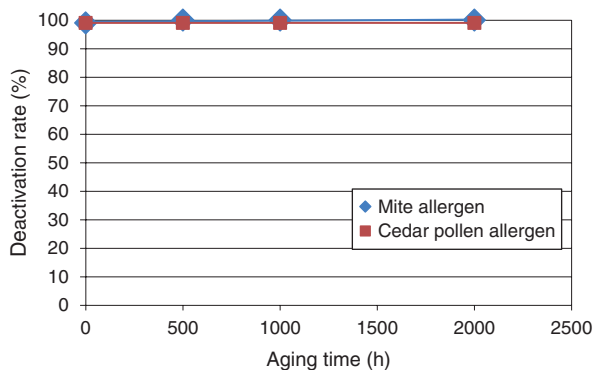


Fig. 8 Test results for deactivation rate after heat and humidity resistance

後の不活化性能の検証をおこなった (Fig. 10, Fig. 11).

結果として、初期のみでなく、自動車のシート表皮として想定される各種の耐久条件後においても、不活化性能を発揮することができた。

5.3. 表皮単体性能および ASSY 外観商品性の検証

抗アレルギー剤加工を施した製品が、シート表皮およびアセンブリとして要求される性能や外観商品性を満足することが必要であるため、これらについて検証をおこなった。一般的に自動車用シート表皮として求められる表皮性能

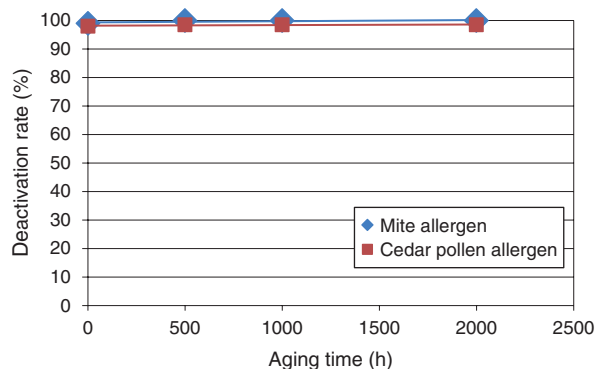


Fig. 9 Test results for deactivation rate after heat resistance (100°C)

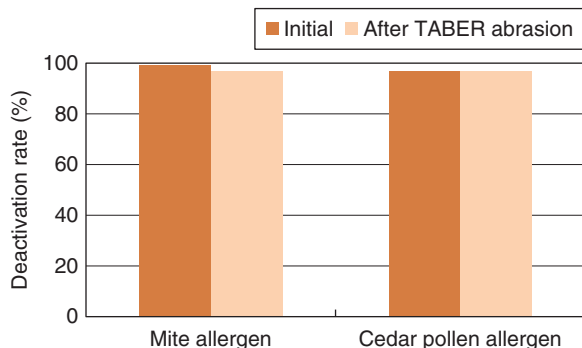


Fig. 10 Test results for deactivation rate after TABER abrasion (3000 cycles)

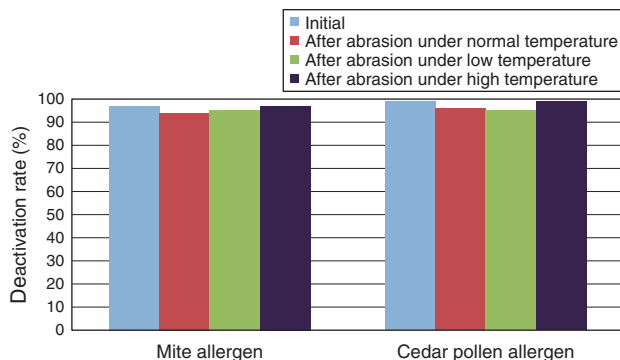


Fig. 11 Deactivation rate after ingress and egress durability

Table 3 Test results for seat fabric

Item	Non-process	Process
Constant elongation (%)	23/22	25/21
Tensile elongation (%)	93/108	103/106
Tearing strength (N)	218/173	188/155
Stiffness (mm)	33	39
Color fastness (grade)	4.5	4.5
Light resistance (grade: color change)	4.5	4.5
Heat resistance (grade: color change)	4.5	4.5
Heat and humidity resistance (grade: color change)	4.5	5.0

Table 4 Seat ASSY appearance

Seat ASSY appearance	Results
Chalk mark	None
Water mark	None
Wrinkle	None
Yarn breakage	None

(強度特性、環境特性変退色等)の確認結果を Table 3 に示す。加工表皮の一般性能は未加工表皮同等レベルであり、加工による伸び率や強度の低下はほとんどない。

抗アレルギー剤加工表皮について、Table 4 に示す通り、シートアセンブリでの外観検証を実施した結果、未加工品同等の外観性を有し、またチョークマークやスチーム白化などの課題は発生しないことがわかった。

アセンブリ性検証に使用した表皮は、外観性が確認しやすいよう、黒色無地の表皮を選定した。

5.4. スギ花粉、ダニ以外のアレルギーへの効果検証

日本国内において、ダニ、スギ花粉以外に目鼻アレルギーを引き起こす原因とされている春に飛散するヒノキ花粉、夏から秋にかけて飛散するブタクサ花粉^{(2), (3)}についても不活化性能の検証をおこなった。結果を Fig. 12 に示す。ヒノキ、ブタクサ花粉アレルギーに対しても、開発シート表皮は不活化性能を発揮することが確認できた。本研究で開発したアレルギー低減シート表皮は、年間を通して実用性が高いことがわかった (Fig. 13)^{(2), (4)}。

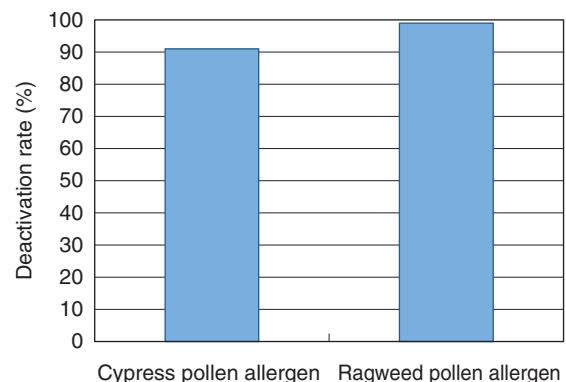


Fig. 12 Test results for deactivation rate of cypress and ragweed pollen allergens

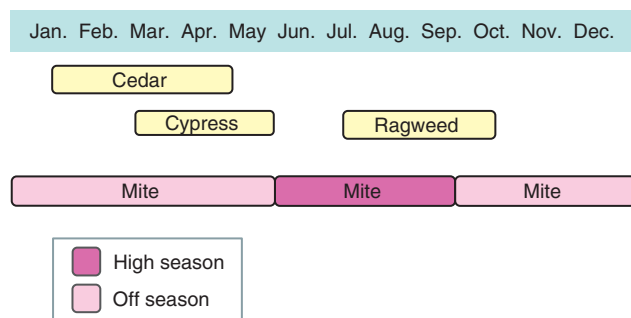


Fig. 13 Terms of pollen scatter in Japan

6. まとめ

本研究において、自動車用シートの耐久性、商品性を考慮したアレルゲン低減シート表皮を開発した。

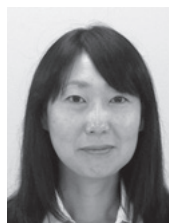
- (1) 2種類の抗アレルゲン剤を配合することで、ダニ、スギ花粉アレルゲンのみならず、ヒノキ花粉、ブタクサ花粉など複数のアレルゲンにも不活化性能を発揮するシート表皮材仕様を確立した。
- (2) 最適なバインダ剤と加工法を選定することで、自動車のシート表皮としてさらされる耐久条件下において、不活化性能を保持できる仕様を確立した。
- (3) 抗アレルゲン剤を微細化し、バインダ剤で表皮全体へ均質に加工することで、シートアセンブリ外観商品性に関わる伸びや剛軟度、耐チョークマーク性を保持した。

本研究で開発したアレルゲン低減シート表皮は、N BOXにてアレルクリーンシートとして採用した。シート表皮への機能性付与技術は、商品魅力向上手段のひとつとして、幅広い適用拡大が期待される。

参考文献

- (1) <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/hftyosa/hftyosa03/index.html>
- (2) 佐橋紀男, 高橋裕一, 村山貢司: スギ花粉のすべて, (株)メディカルジャーナル社, 117p.(1995)
- (3) 環境省: 花粉症環境保健マニュアル, 環境省環境保健部環境安全課, 37p.(2009)
- (4) 森谷清樹: 家の中のダニ, (株)裳華房, 149p.(1990)

■著 者■



林 里恵