

# オーク突板化粧材の変色抑制技術の開発 ソルビン酸を用いた変色抑制

伊藤国億\*

Development of technology to suppress discoloration of oak veneer decorative wood  
Discoloration suppression using Sorbic acid

ITO Kuniyasu\*

かび汚染によるオーク突板化粧材の変色を抑制するため、微生物の増殖抑制作用のあるソルビン酸を使用し、その変色抑制効果を検証した。かび (*Eurotium amstelodami*) に対するソルビン酸の発育抑制試験を行った結果、0.1%濃度の培地で発育が抑制された。そこで、0.3~5.0%のソルビン酸希釈液を塗布した試験体に、*E. amstelodami*の孢子懸濁液を転写し、変色試験を行った。結果、1.0%以上の塗布で変色の抑制効果が確認された。また、本試験の菌接種方法やソルビン酸添加による色差などから、MDFを基材とするオーク突板化粧材には塗布濃度2.5%が適切であると考えられた。

## 1. 緒言

木製棚・戸棚やテーブルには寸法安定性や軽量性、コスト面がよく、高級感や美観に優れた突板化粧材がしばしば用いられる。突板化粧材は合板やMDF（木質繊維板）を基材として0.2~1.0mm程度の薄い木板（突板）を貼り付けた部材であるが、なかでもオーク材を突板とする化粧材は最も人気がある。オーク材は鉄分やアルカリ剤と反応して変色が起こりやすい材でもあるが、製造時の切削工程や塗装により鉄分やアルカリ剤との接触を避ける対策が確立されている<sup>1-2)</sup>。

一方、これまでも化粧材の突板が暗色になる事例が散見されている。変色原因は使用環境におけるかびなどの微生物が水分を多く含んだMDFなどにおいて繁殖し、pHがアルカリ性に傾き、オーク突板のタンニン成分が暗色化すると推定されている<sup>3-4)</sup>。しかし、変色が生じるような使用環境が揃うと初めて偶発的に発生しているため、抗菌仕様や防湿対策などによる変色防止方法がどれほど効果的であるのか検証できていない。そのため、変色が生じる再現性のある試験方法が必要であった。

我々は変色材から分離培養したかびを用いて、

変色の再現が可能な環境条件などを明らかにし、変色再現性試験方法を確立した<sup>5)</sup>。また、変色はオーク突板化粧材に使用されるMDF等において、かびが増殖することに起因することを確認した<sup>6)</sup>。

変色抑制にはかびの増殖を抑制することが効果的である。一般に木材保存分野では、かびによる表面汚染に対して、チアゾール系、イミダゾール系、有機ヨード系などの防かび剤が使用されている<sup>7)</sup>。防かび剤は製材時のかび汚染による商品価値の低下を防ぐことを目的とし、多種類の汚染菌に効果を発現させるため、複数の防かび成分を混合した広い抗菌スペクトルを有する製剤が使用されている。しかし、近年の安全性や環境への配慮、また突板化粧材が屋内製品であることを考慮すると、木材用防かび剤以外の微生物抑制が必要である。

そこで、我々は微生物の増殖抑制効果のある食品保存料<sup>8)</sup>に着目した。食品衛生法で使用が認められている保存料はその静菌作用により微生物の増殖を抑制する。保存料の代表的なものとしてソルビン酸があり、魚肉練り製品やみそ漬けなどに使用する際の最大限度として、0.1~0.3%の濃度が基準となっている<sup>9)</sup>。

本研究では、ソルビン酸を用いたオーク突板化粧材の変色抑制効果について検証した。

\* 試験研究部

## 2. 実験方法

### 2.1 ソルビン酸希釈液の調製

ソルビン酸 (>99.0% HPLC, 東京化成工業(株)社製) をエタノール (特級、富士フィルム和光純薬(株)社製) で0.3, 1.0, 2.5および5.0 % (w/v) に希釈した。

### 2.2 ソルビン酸のかび発育抑制試験

試験用培地は以下のように調製した。DG18培地18mlに1.0%ソルビン酸2mlを加え、次いで1N塩酸または1%炭酸ナトリウムを用いて培地のpHを4、5、6、7にそれぞれ調整し、オートクレーブ処理を行った。対照として、ソルビン酸を加えずに各pHに調整した無添加培地を作成した。また、予めオートクレーブ処理した培地にソルビン酸の代わりに1.0%酢酸を添加した培地 (pH5) も調製した。

試験はDG18培地上に前培養した供試菌株 *E. amstelodami* (NBRC 5721) の菌叢をコルクボーラーで打ち抜き、打ち抜いた寒天片を試験用培地の中央に接種し、1週間培養した。培養後、シャーレの裏に直行する線を引き、発育した菌叢の直径2点をノギスで計測して平均値を算出した。菌叢サイズからソルビン酸による *E. amstelodami* の発育抑制率を次の式に従って算出した。

$$\text{抑制率(\%)} = \frac{(\text{無添加時の菌叢サイズ} - 9^{\text{mm}}) - (\text{添加時の菌叢サイズ} - 9)}{(\text{無添加時の菌叢サイズ} - 9)} \times 100$$

※打ち抜いたときの菌叢サイズ

### 2.3 試験体の調製

試験体は酢酸ビニル系接着剤を用いてMDF (Uタイプ、9mm厚) とホワイトオーク化粧シート (厚さ約0.3mm、裏面に和紙貼り) を熱圧着し、30mm角にカットした。

ソルビン酸希釈液を試験体 (n=10) の全面に刷毛塗りし、室内に静置して風乾した。なお、試験体の側面、MDF裏面および化粧面ごとに、ソルビン酸希釈液の塗布前後の重量差からソルビン酸添加量 (g/m<sup>2</sup>) を算出した。次いで化粧面を分光測色計 (SE7700: 日本電色工業 (株) 社製) を用いて測色した後、PE袋に入れてシーリングし、 $\gamma$ 線照射 (10kGy) に供した。

### 2.4 変色試験

変色試験方法は先行研究<sup>6)</sup>と同様の方法で行った。前培養した *E. amstelodami* の培地から約10<sup>6</sup>個/mlとなるように単一孢子懸濁液を調製した。この孢子懸濁液を培地に接種し、試験体に孢子を転写する培地を調製した。

2.3節で調製した試験体 (n=5) を転写用培地に載せ、試験体の側面1か所に孢子を転写した。転写した試験体は硫酸カリウム飽和塩の入った滅菌済み培養瓶に入れ、25°Cで最大35日間静置した。試験は7日ごとに試験体を1個ずつ取り出し、化粧面を測色して試験前後の色差  $\Delta E^*$  を求めた。また、ソルビン酸無塗布の試験体 (以降、無添加試験体とする) も同様に試験した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 ソルビン酸のかび発育抑制試験

各培地における *E. amstelodami* の菌叢サイズと発育抑制率を表1に、pH5における酢酸添加培地およびソルビン酸添加培地での発育の様子を写真1に示す。

無添加培地では、pH4やpH7に比べてpH5およびpH6において発育が良好であった。一般的に微生物はpHに影響を受け、かびは増殖可能なpH範囲が広く、弱酸性に最適pHがある<sup>8)</sup>。本試験に用いた *E. amstelodami* においても、この知見と一致した。

ソルビン酸を添加した培地ではpHが低いほど発育が抑制され、pH4およびpH5においては抑制率が90%以上と高く、*E. amstelodami* に対するソルビン酸の発育抑制効果が認められた。一方、酢酸を添加した培地 (pH5) ではソルビン酸添加培地に比べて、菌叢サイズが40mmと大きく、抑制率は21%と低かった。保存料の静菌作用は、非解離分子が菌体内に浸透して作用を発現すると言われている<sup>10)</sup>。ソルビン酸と酢酸の酸解離定数はそれぞれKa値1.7 × 10<sup>-5</sup>、1.8 × 10<sup>-5</sup>であり、同程度の非解離状態にもかかわらず、*E. amstelodami* に対する抑制効果に相違がみられた。松田ら<sup>11)</sup>は有機酸類の抗菌作用について、細菌やかび、酵母など様々な微生物に対する最小発育濃度をpHごとに検証し、ソルビン酸が酢酸よりも高い抑制作用があることを報告しており、本結果はこれと一致した。ソルビン酸の疎水性が影響した可能性が考えられる。

表1 各培地における *E. amstelodami* の発育抑制

pH	菌叢サイズ(mm)		抑制率(%)
	無添加培地	ソルビン酸添加培地	
4	35	9	100
5	48	13	90
6	46	19	73
7	36	28	30

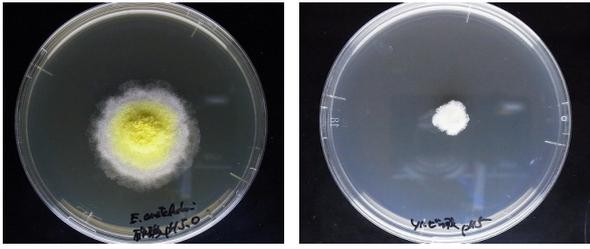


写真1 有機酸添加培地における*E. amstelodami*の発育（左：酢酸添加培地、右：ソルビン酸添加培地）

### 3.2 変色試験

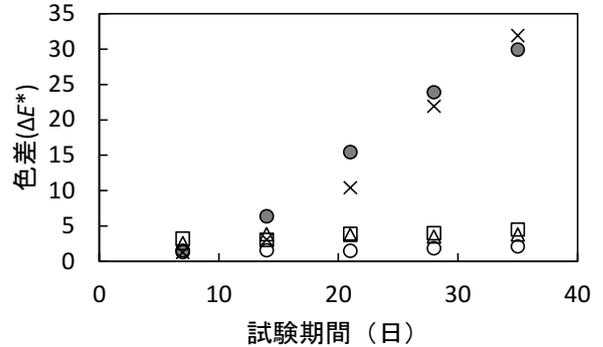
ソルビン酸を添加した試験体表面の変色試験前後の色差を図1に、無添加試験体および1.0%ソルビン酸を塗布した試験体の試験後の外観を写真2に示す。なお、写真の無添加試験体は化粧面の菌糸等をキムワイプで拭き取った後のものである。図1に示すように、 $\Delta E^*$ は7日目ではどの試験体も小さく、試験体間の差はほとんどなかったが、無添加試験体は14日目以降に次第に大きくなり、写真2に示すように暗色化が確認された。実体顕微鏡で試験体を観察したところ、7日目にはすでに化粧面全体に菌糸が覆っていた。

0.3%ソルビン酸を塗布した試験体では、7日目には孢子懸濁液の転写面にのみ菌糸が認められ、無添加試験体に比べてかびの発育が弱かった。しかし、14日目には $\Delta E^*$ が小さかったものの、化粧面全体に菌糸が覆い、21日目以降は $\Delta E^*$ が次第に大きくなり、無添加試験体と同じ程度まで変色した。先の研究<sup>6)</sup>では、かびの増殖が化粧面に及ぶ程度に進行した1週間以降に $\Delta E^*$ が次第に大きくなる傾向が確認されており、本試験も同様の変色性が認められたことから、変色の抑制効果が十分でなかったと判断される。

一方、1.0~5.0%ソルビン酸を塗布した試験体では全ての試験体で菌糸の発育が認められなかった。また、 $\Delta E^*$ は全て5未満と小さく、変化もほとんどなく、写真2に示すように変色は認められなかった。よって、ソルビン酸濃度1.0%以上で変色抑制効果が確認された。

各試験体のソルビン酸添加量を図2に示す。ソルビン酸の添加量は塗布面の性状に影響され、試験体側面の添加量が最も多くなった。本試験では側面に孢子懸濁液を転写しているため、側面の添加量がかびの増殖抑制に与える影響が大きいと考えられる。居住空間においては浮遊するかびの孢子が製品のあらゆる面に接触する可能性があるため、

ソルビン酸の添加量が少ない傾向にあった化粧面やMDF裏面への添加量も考慮する必要がある。従って、1.0%ソルビン酸を塗布した試験体側面の平均添加量2.2g/m<sup>2</sup>を基準とすれば、2.5%ソルビン酸の



● 無添加 × 0.3% ○ 1.0% △ 2.5% □ 5.0%

図1 変色試験によるソルビン酸添加試験体の色差

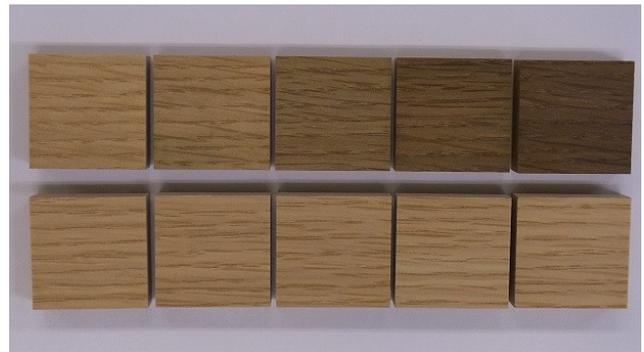


写真2 変色試験後の試験体  
(上：無添加試験体、下：1.0%ソルビン酸添加試験体、左から順に7, 14, 21, 28, 35日目)

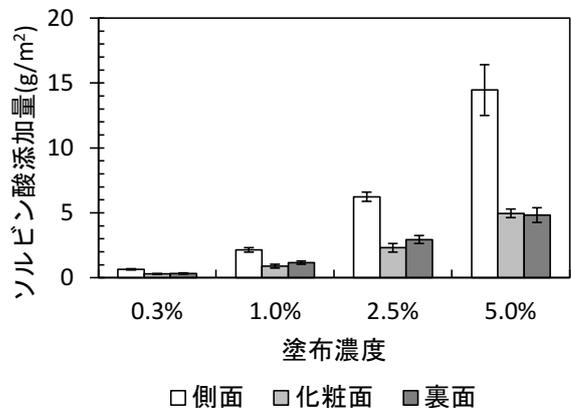


図2 各試験体のソルビン酸添加量

表2 ソルビン酸添加による試験体の色変化

ソルビン酸濃度(%)	0.3	1.0	2.5	5.0
$\Delta E^*$	0.7	0.6	1.8	3.8
$\Delta C^*$	0.5	0.4	-1.1	-2.9

塗布（化粧面およびMDF裏面への平均添加量はそれぞれ2.3、2.9g/m<sup>2</sup>）が推奨される。

また、ソルビン酸希釈液の塗布前後における試験体化粧面の色差および彩度差を表2に示す。ソルビン酸添加量が多くなるほど、 $\Delta E^*$ は大きく、 $\Delta C^*$ は小さくなる傾向があり、5.0%ソルビン酸の塗布では表面にソルビン酸の析出が観察され、無添加に比べてくすんで観察された。これらのことから、ソルビン酸希釈液の濃度は2.5%程度が適切であると考えられる。

なお、ソルビン酸と同様に保存料としてソルビン酸カリウムが知られている。ソルビン酸は水溶性（20℃、1.6g/L）が低く、希釈溶媒にエタノールを用いるため、濃度管理には注意が必要である。一方、ソルビン酸カリウムは水溶性（20℃、1,400g/L）が高く、濃度管理が容易である。そのため、ソルビン酸カリウムによる変色抑制を検討したが、以下の理由により変色抑制には適さないことが分かった。蒸留水およびエタノールのMDF側面への塗布量を測定した結果、蒸留水の塗布量（51g/m<sup>2</sup>、10個平均値）はエタノール塗布量（340g/m<sup>2</sup>）の0.15倍と少なかった。従って、ソルビン酸を用いた変色抑制効果に推奨される濃度2.5%を基準とすると、17%（2.5%÷0.15倍）のソルビン酸カリウムを塗布する必要がある。さらに、表1に示すようにソルビン酸カリウムも中性域での発育抑制が低下するため、pH未調整（pH7付近）ではさらに濃度を高める必要があり、防かび剤としてこのような濃度域での使用は適切ではない。pH未調整に比べ、pH調整した場合には発育抑制効果が高まるため、pH5のソルビン酸カリウム希釈液を調製したが最大でも0.8%濃度であった。そのため、この水溶液（推定0.1%ソルビン酸塗布相当）では添加量が不足し、変色試験では0.3%ソルビン酸を塗布した試験体と同様にかびの増殖傾向を示し、変色抑制効果が認められなかった（データ非掲載）。

#### 4. まとめ

食品分野で微生物増殖を抑制する保存料として使用される安全性の高いソルビン酸を用いて、オーク突板化粧材の変色抑制効果を検証した。まず、

変色の起因となる*E. amstelodami*に対するソルビン酸の発育抑制試験を行った結果、0.1%濃度の培地において発育が抑制された。ソルビン酸のような有機酸はそのpHや非解離分子が抑制効果に影響し、pH5以下で抑制率90%以上と高かった。

次に、突板化粧材に0.3～5.0%濃度に調製したソルビン酸を塗布した試験体を用いて、かびの増殖に伴う変色試験を行った。1.0%以上のソルビン酸を塗布した試験体ではかびの発育が認められず、 $\Delta E^*$ は全て5未満と小さく、ほとんど変化しなかったことから、変色抑制効果が確認された。また、試験体表面の性状によりソルビン酸の添加量が多かった側面に菌を転写したこと、さらに5.0%ソルビン酸を塗布した試験体表面がくすんだことを考慮すると、2.5%ソルビン酸の使用が適切であると考えられた。

#### 参考文献

- 1) 武南勝美：木材の化学汚染について，材料，Vol. 169, No. 16, pp. 784-789, 1967.
- 2) 川上英夫：木材の変色汚染と防除，林産試だより，pp. 1-7, 1981年5月号.
- 3) 平林 靖：ナラ突き板を用いた木質材料の変色およびその防止について，林産試だより，2011年7月号.
- 4) 平林 靖：ミズナラ突き板単板化粧 MDF の変色-その原因と対策-，林産試だより，2015年3月号.
- 5) 伊藤国徳：オーク突板化粧材の変色条件の解明，越山科学振興財団研究助成，2022年度.
- 6) 伊藤国徳：オーク突板化粧材の変色抑制技術の開発(第1報)，岐阜県生活技術研究所研究報告，No. 26, pp. 35-38, 2024.
- 7) 松村賢太：木材保存学入門改訂4版，(公社)日本木材保存協会，pp. 113-120, 2018.
- 8) 藤井建夫編，食品微生物学の基礎，講談社 pp. 113-131, 2024.
- 9) 食品、添加物等の規格基準，厚生省告示，S34. 12. 28 第 370 号.
- 10) 野本正雄ら：ソルビン酸の抗菌力に及ぼす培地の pH の影響について，日本農芸化学会誌，Vol. 29, No. 10, pp. 805-809, 1955.
- 11) 松田敏生ら：有機酸類の抗菌作用-各 pH における最小発育阻止濃度の検討-，日本食品工業学会誌，Vol. 40, No. 10, pp. 687-702, 1994.