

## 抗菌剤 ESi-QAC の木材用防かび剤としての性能

酒井温子

第四級アンモニウム塩の1種である略称 ESi-QAC について、木材用防かび剤としての性能を調べた。試験方法は、(公社)日本木材保存協会規格 JWPAS-MW (2018) 木材用防かび剤の性能基準及びその試験方法を参考とした。また、処理液の ESi-QAC 濃度は 0~1.28% とした。処理により、木材へのかびの被覆は減ずる傾向が見られたものの、今回試みた範囲では抑制値は 40% 以下であり、高い防かび効果は確認できなかった。

### 1. はじめに

ESi-QAC は、オクタデシルアミノジメチルトリエトキシシリルプロピルアンモニウムクロリドの略称で、第四級アンモニウム塩の1種である。第四級アンモニウム塩には、塩化ベンザルコニウムやジデシルジメチルアンモニウムクロリドなど、抗菌性を持つ化合物が多く、消毒液や防腐剤として広く利用されている。

ESi-QAC も抗菌性を有し<sup>1)</sup>、すでに手の消毒用スプレー(商品名: イータック抗菌化スプレー)等に利用されている。しかし、木材用の防かび剤として十分な効力を有するかどうかについては、公表されたデータがない。

一方、ESi-QAC 内のエトキシ基は、水酸基やエステル基等の含酸素官能基と共有結合すると考えられており<sup>2)</sup>、綿等の水酸基を持つ繊維に固定化させることで、洗濯しても抗菌性が維持されると期待されている。木材中のセルロースやヘミセルロースにも水酸基があることから、この ESi-QAC が木材表面に固定化されると、水に濡れても抗菌性が失われずに維持される可能性があり、水回りの内装用木材や木製風呂用品など、いろいろな用途での活用が想定される。

そこで、今回は、ESi-QAC の木材用防かび剤としての性能について評価を行った。

### 2. 材料と方法

#### 2.1 木材試験体

2019 年に奈良県内の原木市場で購入されたスギ丸太から切り出された辺材部分を、60°C以下で人工乾燥した後、試験体を切り出した。試験体の大きさは、繊維方向 40mm、半径方向 20mm、接線方向 4mm とした。試験体の表面は、かんなをかけずに、鋭利な丸鋸で切削したままの状態試験に供した。試験体の数は、各菌あたり 6 体とした。

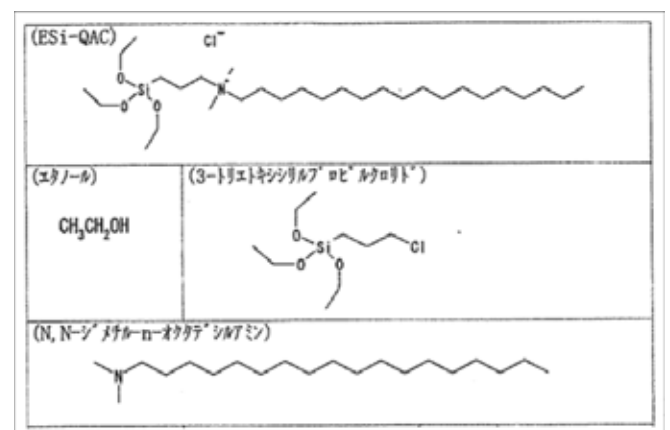
#### 2.2 供試薬剤

薬剤の組成を表 1 に示した<sup>3)</sup>。

この混合物を、ポリプロピレン容器内で蒸留水により 0.24,0.51,1.00 および 2.13% に希釈し、直ちに 2.4 の試験に使用した。なお、混合物には ESi-QAC が 60% 含有されていると仮定すると、処理液中の ESi-QAC 濃度は、0.14,0.31,0.60 および 1.28% となる。

表 1 供試薬剤の組成<sup>3)</sup>

成分	CAS No.	濃度 (%)	化審法	安全衛生法
オクタデシルアミノジメチルトリエトキシシリルプロピルアンモニウムクロリド (略称 ESi-QAC)	62117-57-1	55~65	(2)-2095	公表化学物質
エタノール	64-17-5	30~35	(2)-202	公表化学物質
3-トリエトキシシリルプロピルクロリド	5089-70-3	0~5	(2)-2079	公表化学物質
N,N-ジメチル-n-オクタデシルアミン	124-28-7	0~7	(2)-176 (2)-185	公表化学物質



#### 2.3 供試菌

(公社)日本木材保存協会規格 JWPAS-MW (2018) 木材用防かび剤の性能基準及びその試験方法に準拠し<sup>4)</sup>、供試するかびは、表 2 に示す 5 種類の菌とした。

これらの菌は、グルコース 2%、ペプトン 0.3%、麦芽エキス 2% を含む培養液で、27°C 下で 6 日間振とう培養を行った。

表2 供試したかびの種類<sup>4)</sup>

記号	菌種 (本報における呼称)
As	<i>Aspergillus niger</i> NBRC 105649 (アスペルギルス)
Pe	<i>Penicillium funiculosum</i> NBRC 6345 (ペニシリウム)
Rh	<i>Rhizopus oryzae</i> NBRC 31005 (リゾープス)
Au	<i>Aureobasidium pullulans</i> NBRC 6353 (オーレオバシディウム)
Tr	<i>Trichoderma virens</i> NBRC 6355 (トリコデルマ)

## 2.4 試験方法

木材試験体を所定濃度に調製された処理液に3分間浸せきし、その後アルミシートの上に並べた状態で、110～120°Cの恒温器内に約5分間入れて乾燥させた。薬剤の希釈から処理試験体の乾燥までは15分以内に終了した。木材には処理による色変化等はなく、良好な仕上がりであった。処理後は、室内で養生させた。

翌日から半数の試験体に対して、実用時の水濡れを想定して、水中浸せき5時間と40°C乾燥19時間(以降、乾湿繰り返し操作と呼ぶ)を3回実施した。

このように調整された木材試験体は、エチレンオキシサイドガスで滅菌した後、(公社)日本木材保存協会規格JWPAS-MW(2018)木材用防かび剤の性能基準及びその試験方法を参考に<sup>4)</sup>、抗かび操作に供した。

すなわち、殺菌した直径約90mmの蓋つきのガラスシャーレに、2%寒天水溶液を約15mL注ぎ、固化させた後、2.3で調整した菌懸濁液を約2mL入れ、その上にプラスチック製の網を置き、さらにその上にガス滅菌済みの木材試験体を各3体設置し、ふたを閉めた。この際、薬剤処理後の乾燥工程で、アルミシートに接した20mm×40mmの面を、シャーレ内で下面となるように設置した。

この状態で、27°Cで4週間培養した後、ふたを開けて木材試験体へのかびの菌糸の被覆状況を実体顕微鏡で観察し、表3により<sup>4)</sup>試験体ごとに0～3の4段階で評価し、さらに試験体6体の平均値を求めた。薬剤によるかび被覆の抑制値は次式で算出した。

$$\text{抑制値 (E)} = \frac{(S_0 - S_1)}{S_0} \times 100 \quad (\%)$$

ここで、 $S_0$ は無処理試験体において5種類のかびによる平均評価度の合計

$S_1$ はある濃度の処理試験体において5種類のかびによる平均評価度の合計

表3 評価基準<sup>4)</sup>

評価値	菌体の発育状態
0	試験体にかびの発育が全く認められない
1	試験体の側面にのみかびの発育が認められる
2	試験体の上面の面積の1/3以下にかびの発育が認められる
3	試験体の上面の面積の1/3以上にかびの発育が認められる

## 3. 結果と考察

図1に、アスペルギルスを接種し4週間培養後の様子を示した。薬剤処理なしの試験体と、ESi-QAC1.28%の処理液で浸せき処理した試験体を比べると、試験体上面に形成された黒色の胞子の量が、薬剤処理により大きく減じたことがわかる。しかし、図2に示すように、実体顕微鏡で上面を詳細に観察したところ、処理試験体上にも菌糸の生育が確認されたため、表3の基準に従い評価値は2または3となった。

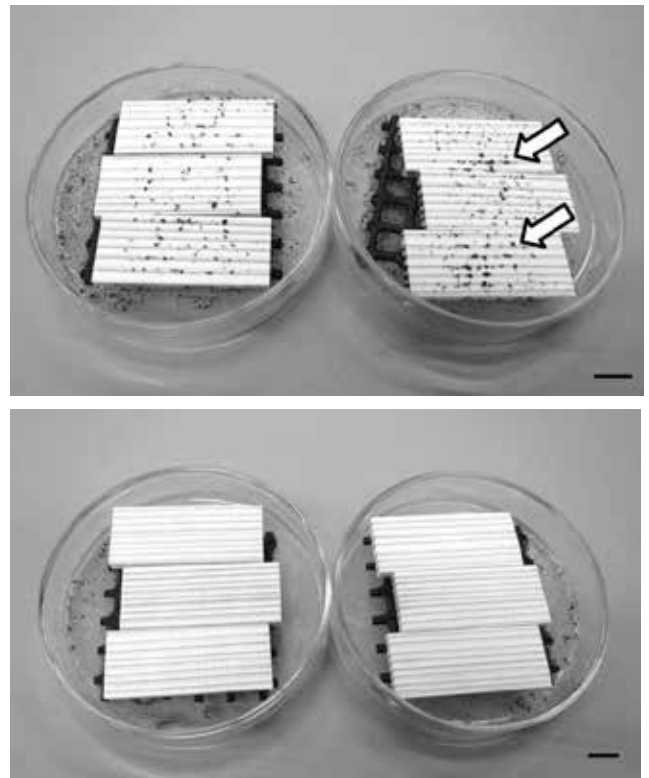


図1 アスペルギルスによる被覆状況(目視)

上: 無処理試験体

下: 処理試験体(処理濃度 ESi-QAC 1.28%、乾湿繰り返し操作なし)

培養条件: 27°C、4週間

矢印はかびの胞子のう、バーは10mmを示す。

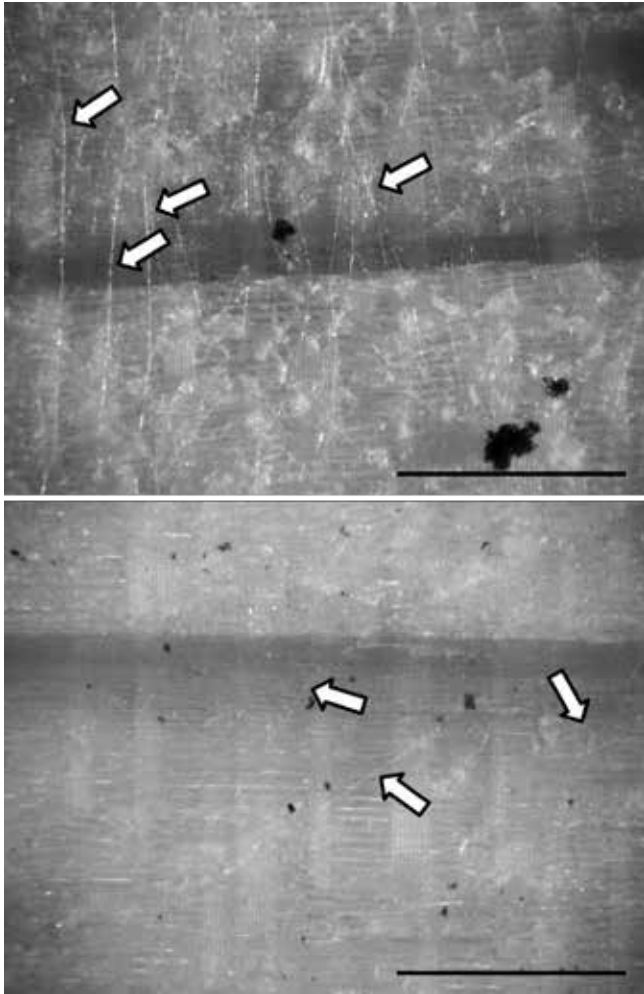


図2 アスペルギルスによる被覆状況（実体顕微鏡）  
 上：無処理試験体  
 下：処理試験体（処理濃度 ESi-ACQ 1.28%、  
 乾湿繰り返し操作 なし）  
 培養条件：27°C、4 週間  
 矢印はかびの菌糸、バーは1mm を示す。

同様に他のかびについても実体顕微鏡による観察を行い、表4の結果を得た。

供試した5種類のかびに対して薬剤の効果にはばらつきがあり、たとえば、オーレオバシディウムでは、薬剤処理によりかびの被覆が大きく減じたが、リゾープスでは、その効果は見られなかった。また、算出された抑制値は、今回の試験の範囲では最も高くても40%であり、総合的に判断して十分な防かび効力とはいえなかった。

処理液の濃度とかび被覆の抑制値の関係を図3に示した。乾湿繰り返し操作により、抑制値はやや低下したが、平均的にみて、乾湿繰り返し操作なしの試験体の約80%の効果が維持されていた。また、一般に木材用の防かび剤として使用する場合には、抑制値は目安として70%以上が必要と考えられるが、図3から抑制値70%を満たすことは、この薬剤では困難か、もしくはかなり高濃度での処理が必要になると推定された。

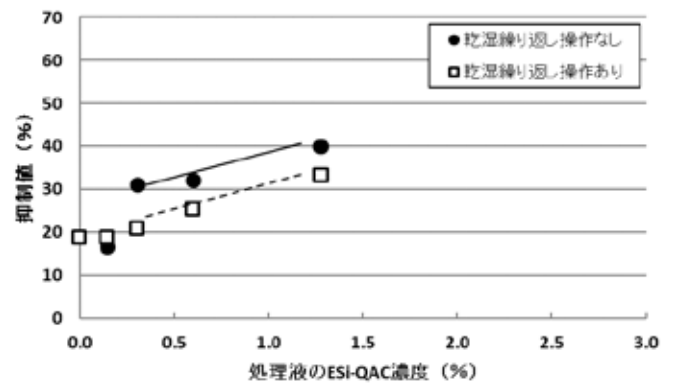


図3 処理液のESi-QAC濃度とかび被覆の抑制値の関係

表4 処理条件ごとの平均評価値および抑制値

番号	濃度 (%)	乾湿繰り返し操作 (3回)	菌種ごとの平均評価値					S (A1~A5の合計)	E (抑制値) (%)
			A1 (As)	A2 (Pe)	A3 (Rh)	A4 (Au)	A5 (Tr)		
1	0	なし	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	15.00	-
2	0.24		3.00	3.00	3.00	2.33	1.17	12.50	16.7
3	0.51		3.00	2.50	3.00	1.83	0.00	10.33	31.1
4	1.00		2.67	3.00	3.00	1.50	0.00	10.17	32.2
5	2.13		2.17	3.00	3.00	0.00	0.83	9.00	40.0
6	0	あり	3.00	3.00	3.00	1.17	2.00	12.17	18.9
7	0.24		3.00	3.00	3.00	1.17	2.00	12.17	18.9
8	0.51		2.83	3.00	3.00	2.17	0.83	11.83	21.1
9	1.00		2.67	3.00	3.00	1.17	1.33	11.17	25.5
10	2.13		2.67	2.83	3.00	0.33	1.17	10.00	33.3

## 引用文献

- 1) 二川浩樹, 西村正宏. 国立大学法人広島大学: 抗菌性材料、及びその製造方法. 特許第 3834655 号. 公開日 2004.7.29.
- 2) 二川浩樹, 竹田広紀, 柿原俊雄, 坂口剛正. 国立大学法人広島大学, マナック株式会社: ケイ素含有化合物を含む抗ウイルス剤組成物、及び抗ウイルス剤固定化方法. 特許第 4830075 号. 公開日 2011.5.19.
- 3) マナック株式会社: 安全データシート「60%ESI-QAC」. 2016.
- 4) 公益社団法人 日本木材保存協会: “(公社) 日本木材保存協会規格 JWPAS-MW (2018) 木材用防かび剤の性能基準及びその試験方法”. 公益社団法人 日本木材保存協会規格集 (2018 年版). 2018, 1-4.

(2020 年 3 月 19 日 受理)