

銅アミン溶液を用いた塗装木材の耐候性向上

伊佐治 信一

Improved weathering performance of coated wood pretreated with copper-amine solutions

Shinichi ISAJI

キーワード：銅アミン処理，塗料，耐候性向上

塗装木材の耐候性向上を目的として，屋外用途で主流の溶剤系アルキド樹脂塗料と水性アクリル樹脂塗料に対する銅アミン処理による耐候性向上効果を調べた。銅アミン処理の効果は，塗料によって異なるものの，耐候性能の低い部類に属する含浸形塗料の性能向上に寄与する可能性が示唆された。

1. はじめに

木製エクステリア製品的美観維持および木材表層の気象劣化の抑制を目的として木材保護塗料が利用されている。木材保護塗料は，含浸形と造膜形に大別され，含浸形は塗装後においても木質感が維持されやすいことと，また，補修が容易なことから，多く利用されている。しかしながら，他の建築材料（金属や窯業系材料など）で利用されている塗料と比較すると木材保護塗料の耐候性能は著しく低く，性能の向上が求められている。

含浸形木材保護塗料の耐候性能が低い主な要因は，基材となる木材の光安定性が低いこと，また水分変動による膨潤収縮を起しやすきことにある。そこで著者らは，木材表層の光安定化を図る目的で金属化合物を用いて改質し，塗装後の耐候性向上効果を検証してきた。造膜形塗料の耐候性向上に効果があると報告されているクロム，銅，鉄などの化合物を前処理溶液に用いて，溶剤系アルキド樹脂ベースの含浸形木材保護塗料に対する耐候性向上効果を促進耐候性試験により調べた結果，銅とエタノールアミンの混合溶液を用いることで，耐候性を高める可能性が示唆された^{2,3)}。含浸形木材保護塗料で使用されている樹脂には，ア

ルキド樹脂以外に水性のアクリル樹脂が多く利用されている。よって，銅アミン処理の汎用性を明らかにするためには，水性アクリル樹脂に対する効果を検証する必要がある。また，いずれの樹脂についても実際の屋外環境においても耐候性向上効果が得られるのかを確認する必要がある。

そこで本研究では，銅を用いた表層処理の水性アクリル樹脂塗料に対する効果を明らかにすること，および実際の屋外環境における効果を明らかにすることを目的として，屋外暴露試験と促進耐候性試験による耐候性評価を実施した。

2. 実験方法

2.1 試験体

塗装基材には，カラマツの心材柁目板（150mm×70mm×10mm，L×R×T）を用いた。木材表層の改質溶液には，水酸化銅（関東化学），モノエタノールアミン（関東化学），蒸留水を用いて，濃度0.05，0.1，0.3，0.5M（銅元素換算）の水溶液を調製した（以下，銅アミン溶液）。銅とモノエタノールアミンの濃度比は，銅の木材への固着性を考慮して1：4とした⁴⁾。

塗料には，第1表に示す市販品の透明塗料を4種

類用いた。これらの塗料は下塗りもしくは調色を目的として市販されており，単独での利用は想定されていないが，銅アミン溶液による表層処理の効果を把握することが本研究の目的であるため，これらの塗料を使用した。

2.2 塗装方法

塗装基材を150番のサンドペーパーを用いてサンディングした後，4条件の濃度に調製した銅アミン溶液を，刷毛を用いて塗布量80g/m²の条件で塗布した。24時間以上乾燥後，第1表に示した塗料を塗布量80g/m²の条件で塗装した。また，コントロールとして塗装のみの試験体も作製した。各塗装水準につき試験体は3体作製した。

2.3 撥水度

撥水度の測定は，木口らの方法に準じた5)。塗装面の中央に約1gの水を滴下し，1分後にこの水滴を拭き取り，試験体への水分の浸透されにくさを次式により求めた。

$$\text{撥水度 (\%)} = (W1 - W2) / W1 \times 100$$

W1：水の滴下量 (g)

W2：水の試験体への浸透量 (g)

含浸形塗料では，撥水度が80%を下回った時期が塗り替えの目安として提案されている5)。ここでは，この80%に達した時間を塗り替えが必要になる耐用期間と仮定し，この耐用期間を銅アミン処理の効果の比較に用いた。

2.4 暴露試験

屋外暴露試験は，JIS K 5600-7-6に基づき，北海道旭川市において，南向き45度の暴露条件で2016年7月から24カ月間実施した。3カ月経過ごとに試験体を回収して撥水度を測定した。

促進耐候性試験は，JIS K 5600-7-7に基づき，ウェザーメーター (NX-75，スガ試験機) を用いて実施した。処理条件には，放射照度60W/m²，ブラックパネル温度63°C，試験層内の温度38°Cとした。散水は，120分の光照射のうち18分間行った。試験体は250時間経過ごとに回収して撥水度を測定した。促進耐候性試験は，塗料AとBは1500時間まで，塗料CとDは1750時間まで実施した。

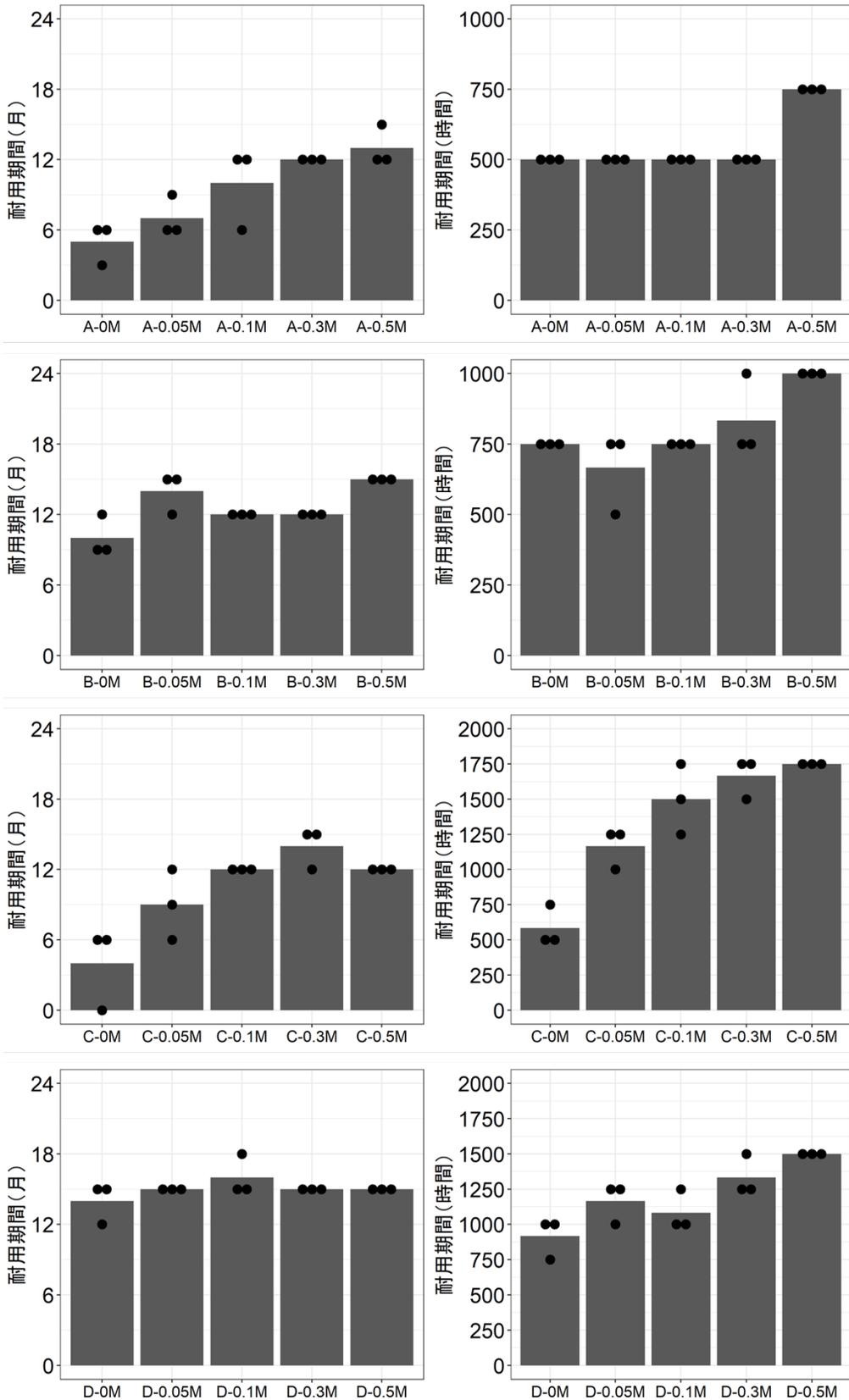
第1表 各試料の発熱量および灰分

塗装記号	基材処理	上塗り
	銅アミン溶液濃度	透明塗装の種類
A-0M	-	
A-0.05M	0.05M	塗料A 溶剤系アルキド樹脂
A-0.1M	0.1M	
A-0.3M	0.3M	
A-0.5M	0.5M	
B-0M	-	
B-0.05M	0.05M	塗料B 溶剤系アルキド樹脂
B-0.1M	0.1M	
B-0.3M	0.3M	
B-0.5M	0.5M	
C-0M	-	
C-0.05M	0.05M	塗料C 水性アクリル樹脂
C-0.1M	0.1M	
C-0.3M	0.3M	
C-0.5M	0.5M	
D-0M	-	
D-0.05M	0.05M	塗料D 水性アクリル樹脂
D-0.1M	0.1M	
D-0.3M	0.3M	
D-0.5M	0.5M	

3. 試験結果

第1図に，屋外暴露試験と促進耐候性試験の撥水度から算出した耐用期間を示す。

屋外暴露試験の結果から算出された各塗料のコントロールの耐用期間の平均値は，A-0Mで5カ月，B-0Mで10カ月，C-0Mで4カ月，D-0Mで15カ月であった。これらに対して，銅アミン処理を施した場合の耐用期間は，塗料Aで7～13カ月となり，コントロールに対する比率で表すと1.4～2.6倍であった。また，塗料Bで12～15カ月（比率：1.2～1.5倍），塗料Cで9～14カ月（比率：2.3～3.5倍），塗料Dで15～16カ月（比率：1.0～1.1倍）となり，銅アミン処理により耐用期間が伸びる塗料（A～C），耐用期間の延命に明瞭な効果が認められない塗料（D）があった。



第1図 屋外暴露試験(左列)と促進耐候性試験(右列)による撥水度変化から算出した耐用期間(棒グラフ:平均値、黒丸:各試験体の値)

促進耐候性試験の結果から算出された各塗料のコントロールの耐用期間の平均値は、A-0Mで500時間、B-0Mで750時間、C-0Mで583時間、D-0Mで917時間であった。塗料間の性能順位は、塗料D>B>C≒Aとなり、屋外暴露試験での性能順位と概ね同じ傾向を示した。耐用期間を基にコントロールに対する比率を算出すると、塗料Aで1.0～1.5倍、塗料Bで0.9～1.3倍、塗料Cで2.0～3.0倍、塗料Dで1.2～1.6倍となった。促進耐候性試験においても耐用期間の増加が確認できたが、屋外暴露試験の傾向とは明確な関係性が見いだせなかった。促進耐候性試験の評価間隔を250時間よりも短くして、劣化の進行状態を精度よくとらえることで、屋外暴露試験と促進耐候性試験の相関性も向上するのではないかと考えられた。

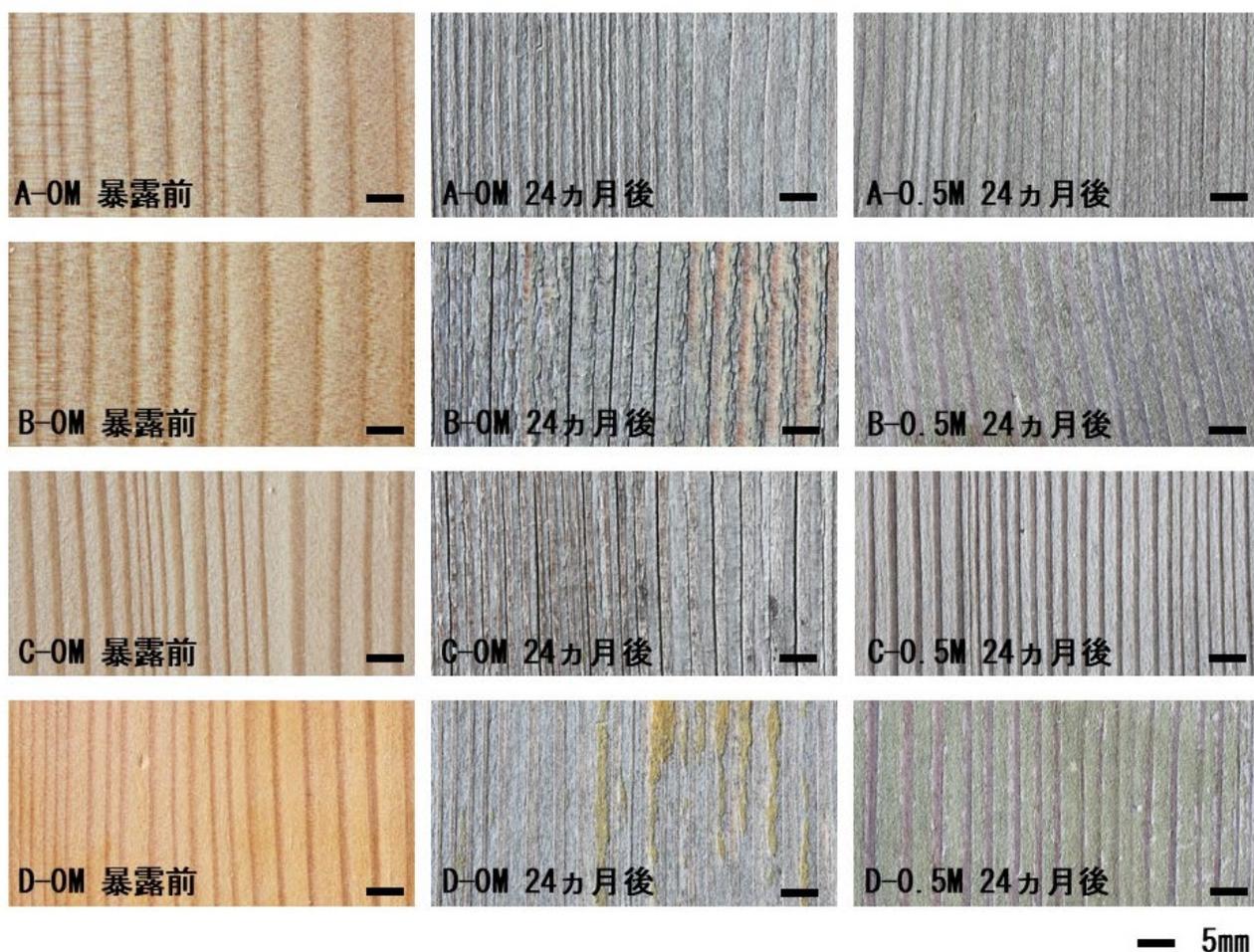
第2図に屋外暴露試験前後の塗装面の一例を示す。A-0MとD-0Mの試験体では、早材部の落ち込みが見られたが、銅アミン処理したA-0.5MとD-0Mの試

験体ではこの落ち込みが幾分軽減され、2年経過後も平滑性が維持される傾向を示した。B-0MとC-0Mでは、割れが表れたが、銅アミン処理したB-0.5MとC-0.5Mの試験体については、割れの発生が顕著に抑えられた。

以上の結果から、銅アミン処理は、屋外環境においても含浸形塗料の耐候性向上寄与する可能性が得られた。ただし、使用する塗料によって性能向上効果が異なることが明らかになり、この処理の汎用性を高めるためには、処理溶液の改良や、性能向上メカニズムの把握が必要になると考えられた。

4. まとめ

木材表層の銅アミン処理による含浸形塗料の耐候性向上効果を検証した。屋外用途で利用される塗料にはさまざまな塗料が存在するため、現在多く利用されている溶剤系アルキド樹脂塗料、水性



第2図 屋外暴露試験前後の塗装面

アクリル樹脂塗料を用いて、銅アミン処理の性能向上効果を調べた。また、耐候性能を短期間で評価するために、下塗りや調色用として市販されている透明塗料を用いて検討を行った。その結果、木材表面の銅アミン処理は、実際の屋外環境においても塗料の耐候性能を向上させる効果が得られるものの、使用する塗料によって得られる効果が大きく異なることがわかった。

参考文献

- 1) Black JM, Mraz EA: Inorganic surface treatments for weather-resistant natural finishes. USDA Forest Service Research Paper FPL 232, pp. 1-40 (1974).
- 2) 伊佐治信一：金属化合物を用いて塗装木材の耐候性能を高める，林産試だより，2018年12月号
- 3) Isaji S, Kojima Y: Application of copper monoethanolamine solutions as primers for semitransparent exterior wood stains, European Journal of Wood and Wood products, 75(3), pp. 305-314(2017).
- 4) Pankras S, Copper PA, Wylie S: Relationship between copper species in solution and leaching from alkaline copper quat treated wood, Holzforchung, 66(4), pp. 505-514 (2011).
- 5) 木口実，鈴木雅洋，木下稔夫，川村二郎：木材保護着色塗料の新しい塗り替え基準による耐候性評価，木材工業，52(12)，pp. 612-617(1997).

—性能部 保存グループ—
(原稿受理：20.11.25)