

# 柿渋による木材の着色仕上げに関する研究

山本 和史

岡山県森林研究所と行ってきた木材の柿渋仕上げに関する共同研究において、媒染剤を用いた柿渋の発色と、植物染料を併用した着色仕上げを実践的に研究してきた。柿渋を媒染剤で反応させることで従来の色相から明暗共に広げることができ、耐水性の補完も期待できる。特にチタンと鉄による媒染は有用性が高い。また、エンジュやスオウなどの植物染料を併用することで、多様なバリエーションを安全に得ることができる。多くの試験板で実践研究の後、15色の塗装仕様を確定した。この成果を元に柿渋仕上げの壁面パネルをデザインし、塗装原板を作成。平成23年度末、岡山県農業大学校の新築棟へ設置された。

Keywords : 柿渋, 媒染, 植物染料, 木材仕上げ

## I. はじめに

木材の仕上げ材としての柿渋については筆者が『柿渋による木材仕上げの研究及び調査』（本研究集録NO.110, 1999）においてその問題と可能性について述べている。近年特に住環境に対する価値観は大きく変化し、「eco」や「自然」のキーワードと共に、天然素材が付加価値として作用する状況にある。今回は平成22-23年度の岡山県農林水産総合センター森林研究所との共同研究「天然塗料を用いた環境に優しい建築用着色木材の開発」<sup>1)</sup>より、筆者が分担した内容をまとめたいと思う。

## II. 研究の目的と方法

本研究は最終的に内装用（針葉樹）壁材の量産を前提としており、製品性能と生産性を考慮した柿渋仕上げ方法を確立することが目標とされた。

柿渋は濃度や塗布方法により淡い褐色のグラデーションを示すが、内装に多く用いられる広葉樹壁材ではオーク色（黄系）からウォルナット（暗褐色）、またマホガニー色（赤系）等のニーズが高い。したがって天然素材を使いながら、柿渋仕上げの色を展開することが課題である。

また柿渋仕上げの塗布と乾燥の作業は、独特の腐敗臭を伴い、施工現場での大きな障害となっている。

したがって性能を落とさず、無臭で扱える柿渋液であること、現場では設置作業だけになるよう処理を工場で終えることも一つの条件となる。

染織工芸においては柿渋も染料の一つであり、彩度の低い焦げ茶の淡色が通例である。植物染料を扱う際、様々な媒染剤を用いて幅広い発色を引き出すことが行われる。これを柿渋で試すこと、同時に他の植物染料等と併用することで色相のバリエーションを広げることが当面の課題とした。

平成22年度の研究で200枚以上の試験手板を作成し、色の展開を進めた。（使用した柿渋と媒染剤については表1にまとめた。）

平成23年度は逆に色を絞り込み、現実的な仕様を確定する作業となる。まず成果と関係者の意見を参考にしながら約20色（生成～暗赤／生成～褐色・黒・暗紫、各10段階）を選び、色相環的な構成を選定（図1, 表2）。このうち媒染剤と着色料（植物染料、弁柄）を用いた試作を再現しながら、その効果や色相上のバランスを考慮して検討を進める。

## III. 媒染剤を用いた柿渋着色仕上げ

### III-1. 比較試験の方法と結果について

柿渋を媒染剤と反応させる方法としては2液を混合することと、板材へ別々に塗布する方法が考えら

表1. 使用した柿渋と媒染剤

柿渋	(株)三枅嘉七商店 みます[顆粒]柿渋 柿渋カラー[古代渋色]
媒染剤	(株)田中直染料店 刷毛染用錫液 (以降Sn液と表記) 刷毛染用アルミ液 ( Al液 " ) 刷毛染用銅液 ( Cu液 " ) 刷毛染用チタン液 ( Ti液 " ) 刷毛染用鉄液 ( Fe液 " )



図1. 色相環イメージ

表2. 色相環イメージ・リスト

	カラー	分類・NO	材	仕様	媒染剤	染料	柿渋
A生成 黒・紫系	⑩	L 2	① スギ	媒染×ロウウッド3段×洗3回	Al 10%	ログウッド 20%	三枅 顆粒 3%
	⑨	S 5	ヒノキ	(スオウ+媒染)×洗3回	Fe(10%)を20%混入	スオウ 40%	三枅 顆粒 3%
	⑧	L 5	スギ	媒染×ロウウッド3段×洗3回	Fe 10%	ログウッド 20%	三枅 顆粒 3%
	⑦	B 4	スギ	黒弁柄×洗3回	-	水溶性弁柄・拭き塗り	三枅 顆粒 6%
	⑥	MO 7	ヒノキ	媒染×①×2段階	Fe 10%	-	三枅 古色 100%
	⑤	M 7	① スギ	媒染×洗3段階	Fe 10%	-	三枅 顆粒 6%
	④	F 8	スギ	洗+Fe-混入比 ×2段目	Fe(10%)を10%混入	-	三枅 顆粒 3%
	③	F 7	スギ	洗+Fe-混入比 ×2段目	Fe(10%)を5%混入	-	三枅 顆粒 3%
	②	M	② スギ	4段階・塗り:(2段目)	-	-	三枅 顆粒 3%
	①	M	④ スギ	2段階・拭き塗(1段目)	-	-	三枅 顆粒 3%
B生成 黄赤系	②	MM 1	③ ヒノキ	2段階・塗り:(2段目)	-	-	三枅 顆粒 3%
	③	MT 1	スギ	下地・Ti濃度×洗3段階	Ti 2%	-	三枅 顆粒 3%
	④	MT 5	スギ	下地・Ti濃度×洗3段階	Ti 10%	-	三枅 顆粒 3%
	⑤	E 3	① ヒノキ	媒染×エンジュ×洗3段階	Ti 10%	エンジュ 20%	-
	⑥	S 1	① ヒノキ	(スオウ+媒染)×洗3回	Sn(10%)を20%混入	スオウ 40%	三枅 顆粒 3%
	⑦	S	③ ヒノキ	(スオウ+媒染)×洗3回	Al(10%)を10%混入	スオウ 20%	三枅 顆粒 3%
	⑧	S 2	① ヒノキ	(スオウ+媒染)×洗3回	Al(10%)を20%混入	スオウ 40%	三枅 顆粒 3%
	⑨	B 3	スギ	弁柄×洗3回	-	水溶性弁柄・拭き塗り	三枅 顆粒 6%
	⑩	S	④ スギ	(スオウ+媒染)×洗3回	Al(10%)を10%混入	スオウ 20%	三枅 顆粒 3%

表3. 媒染による発色 (岡山県森林研究所 Lab 分析データより抽出)

No.	樹種	媒染	濃度	塗	L*(C)	a*(C)	b*(C)	変換	R(10)	G(10)	B(10)	RGB(16)	カラー	通しNO.	
22	スギ	-	三枅顆粒 3%	1回	70.6	8.3	22.3	⇒	202	163	131	[CAA383]		67	
				2回	67.2	10.6	23.6	⇒	197	152	120	[C59878]		68	
				3回	63.1	12.2	24.3	⇒	188	141	109	[BC8D6D]		69	
				4回	60.3	14.1	26.6	⇒	184	132	98	[B88462]		70	
27	ヒノキ	-	三枅顆粒 3%	1回	73.0	8.9	25.3	⇒	211	169	131	[D3A983]		82	
				2回	69.8	11.2	26.3	⇒	206	159	122	[CE9F7A]		83	
				3回	66.4	13.0	27.9	⇒	200	148	111	[C8946F]		84	
				4回	64.2	14.4	28.4	⇒	196	142	105	[C48E69]		85	
28	スギ	Sn	三枅顆粒 3%	10% 下塗り	1回	67.9	10.3	22.2	⇒	197	155	124	[C59B7C]		86
				100% 下塗り	1回	70.0	8.4	22.5	⇒	200	162	129	[C8A281]		87
				10% 下塗り	2回	67.1	10.3	23.3	⇒	196	153	120	[C49978]		88
				100% 下塗り	2回	63.4	13.1	22.9	⇒	190	141	112	[BE8D70]		89
29	スギ	Al	三枅顆粒 3%	10% 下塗り	1回	65.1	8.3	23.7	⇒	187	149	115	[BB9573]		90
				100% 下塗り	1回	62.7	9.7	24.9	⇒	183	141	107	[B78D6B]		91
				10% 下塗り	2回	60.0	9.6	22.9	⇒	174	135	104	[AE8768]		92
				100% 下塗り	2回	60.0	9.9	25.0	⇒	176	134	100	[B08664]		93
30	スギ	Ti	三枅顆粒 3%	10% 下塗り	1回	56.9	16.4	36.9	⇒	181	121	73	[B57949]		94
				100% 下塗り	1回	55.2	18.7	40.0	⇒	181	116	64	[B57440]		95
				10% 下塗り	2回	55.0	18.3	37.3	⇒	179	115	68	[B37344]		96
				100% 下塗り	2回	49.7	21.7	38.0	⇒	169	100	56	[A96438]		97
31	スギ	Cu	三枅顆粒 3%	10% 下塗り	1回	51.9	7.9	25.2	⇒	150	115	81	[967351]		98
				100% 下塗り	1回	51.0	5.6	23.4	⇒	143	115	82	[8F7352]		99
				10% 下塗り	2回	43.5	8.6	20.7	⇒	127	95	70	[7F5F46]		100
				100% 下塗り	2回	46.6	8.2	22.8	⇒	135	103	73	[876749]		101
32	スギ	Fe	三枅顆粒 3%	10% 下塗り	1回	36.7	2.2	1.6	⇒	91	84	83	[5B5453]		102
				10% 下塗り	2回	34.1	2.4	2.1	⇒	85	79	77	[554F4D]		103
				10% 下塗り	3回	35.9	3.2	3.9	⇒	92	82	78	[5C524E]		104

れる。前者は塗布作業が1回で済むので生産性は良いが、試験段階では後者の方が効率的に発色効果を確認することができる。

媒染剤は濃度による反応比較のため、原液と染色作業での一般的な濃度である10%希釈液を使用。各種媒染剤をスギ材とヒノキ材の手板(約90×220mm)に刷毛で塗布し、十分に乾燥させた後、渋液を3段階上塗りして発色を確認するという方法で行った。なお板材はサンディング仕上げの木地面をプロアしてから使用。

そして塗装の仕様がほぼ定まった時点で1m程度の長材を一定量(4-5枚)塗り、色の安定性や生産を意識した再現性を確認した。

なお、柿渋は金属と反応して変色することが分かっているため、使用する容器や刷毛、乾燥方法にも注意が必要である。

柿渋は標準濃度(水1L+粉末300g)の溶液をつくり、一日置いて泡立ちや浮遊物が落ち着いた状態を攪拌せずに使用し、刷毛で一往復塗布する。(塗装効果を高めるため、後に渋濃度を1.5倍量にした。)

色合いについての表現は、主観的に述べざるを得ないが、試験手板を岡山県森林研究所へ依頼し、分光測色計でLab分析して頂いたデータを適宜抽出して表に記載した。Lab測定できていないものについては、筆者が画像を元に分析したRGBの近似値を記載する(表3~表7)。

- ・媒染剤の原液と10%希釈液で発色の差は小さく、10%希釈で十分以上の効果がある。
- ・Sn液は渋液のみよりも若干明るく、Al液は薄茶がかった印象である。いずれも淡く、媒染効果は低い。Ti液、Cu液、Fe液では明らかな変色反応が見られた。
- ・Ti液は彩度の高い橙系の反応で、一般的な着色剤のライト・オーク色に近く、展開が期待できるためより詳細な研究を行う。
- ・Cu液はダーク・オーク色、又はウォルナット色に近くTi液同様に期待されるが、塗布途中から塗面と刷毛にゲル状の不溶物ができたことと、乾燥面が擦れに弱いなど展開上の問題を感じた。
- ・Fe液では青味が強い濁りのある暗褐色となり、前研究からの予想とは大きく異なった。釘の投入(後述)に比べ鉄イオン量が多いためと思われる。

これらの結果を踏まえ、Ti液とFe液による媒染発色について研究を進め、結果を以下にまとめる。

### III-2. Ti液による媒染反応について

Ti液の希釈を段階的に落として比較した(図2)。20%以上の高い濃度では塗布面にゲル物質が発生。

2%からイエロー・オーカー系の色相を示すが、6%以下では色味が淡く、着色性が弱い。柿渋を2回以上塗り重ねれば濃度の差異は縮まるが、明度は落ちる。したがって10~8%の範囲が最もTi液反応の特徴を表せる。

またTi液を渋液へ添加する試験も行った。Ti液の濃度を30%~0.5%まで変えて比較(図3)したところ、25~30%で下塗りの場合と同等の発色が見られ、それ以下ではほとんど変色反応が感じられない。しかし20%以上の添加で塗布作業中からゲル状物質が現れ、以後、液全体が緩いゼリーを崩した様な状態となる。また、8%添加液も1~2日後に液全体がゲル化した。

これらのことから媒染剤は添加するよりも板材へ下塗りした方が発色効果も高く、塗装作業と管理上も効率が良いことが分かった。

色相バリエーションとしてのバランスから〈Ti液2%下塗り×渋液1回〉及び〈Ti液10%下塗り×柿渋1回〉を使用することに決定した。

### III-3. Fe液による媒染反応について

柿渋と鉄の反応については、前研究でタンニンと鉄イオンが接触すると黒シミが発生すること、またかつての大工や番傘の職人達が「柿渋へ古釘を放り込み、黒みを付ける」という慣習があったことが分かっている。

平成22年の研究で「渋液へ釘を投入」についてダーク・オーク色の良い結果を得ており、関係者からも期待の声があった(表3:NO.102,以降〈釘渋〉と表記)。この〈釘渋〉は釘3本(約4g)を渋液100gへ4日間浸せきしたものである。

釘の投入後約1日で鉄周辺にゲル化が進み、容器底に固形物が徐々に増えるが、2日以降は変化が少ない。使用した渋液はpH5~5.2の弱酸性であり、初期に鉄イオンが溶出した後は、周辺にできるゲル状物質により更なる溶解が阻害されるためと思われる。導電率CONDも直後1.15mS/cm、1日後1.76mS/cmとなったが、3日後1.80mS/cm、4日後1.75mS/cmとほとんど変化がなかった。

釘の金属質と状態、渋や温度など不確定要素が多く、再現と生産上問題が多いことは確かであり、他の再現方法が必要とされた。

Fe液の濃度を変えて(10~1%)渋液の発色を比較(図4)。濃度にしたがって茶褐色系の明度グラデーションを示すが、5%以下ではFe液自体の青灰色が目立ち、濁色を強く感じる。

また濃い色では目立たなかったFe液のムラ(=木材の吸い込みムラ)が黒く現れる。このため媒染

表4. 柿渋の鉄媒染による反応① (岡山県森林研究所 Lab 分析データより抽出)

No.	樹種	媒染	渋	通しNO.	L*(C) a*(C) b*(C)	変換	R(10) G(10) B(10) RGB(16)	カラー	COND mS/cm	pH
102	スギ	釘3本 4g 渋100gへ4日浸せき " " "	三柵顆粒 3% 1回	321	59.3 9.5 19.3	⇒	170 133 108 [AA856C]		1.76	5.0
			三柵顆粒 3% 2回	322	52.8 9.7 17.0	⇒	152 117 97 [987561]			
32	スギ	Fe 10% 下塗り	三柵顆粒 3% 1回	102	36.7 2.2 1.6	⇒	91 84 83 [5B5453]			
111	スギ	Fe 5% 下塗り	三柵顆粒 3% 1回	347	34.7 2.5 3.1	⇒	88 80 77 [58504D]			
112	スギ	Fe 10% 渋へ5%混入	三柵顆粒 3% 1回	350	66.8 6.6 21.4	⇒	187 154 123 [BB9A7B]			
113	スギ	Fe 10% 渋へ10%混入	三柵顆粒 3% 1回	354	51.2 4.7 10.2	⇒	135 117 104 [877568]			
115	ヒノキ	Fe 10% 渋へ20%混入	三柵顆粒 3% 1回	359	53.5 5.3 13.7	⇒	145 122 103 [917A67]			

表5. 柿渋の鉄媒染による反応② (筆者作成)

No.	樹種	媒染	渋	通しNO.	L*(C) a*(C) b*(C)	変換	R(10) G(10) B(10) RGB(16)	カラー	COND mS/cm	pH
200	スギ	Fe 2% 渋へ10%混入	三柵顆粒 4.5% 1回	500			229 181 133 E5B585		1.19	4.7
		" " "	" " 2回	501			188 139 92 BC8B5C			
		Fe 2% 渋へ10%混入	三柵顆粒 6% 1回	502			220 166 106 DCA66A			
		Fe 3% 渋へ10%混入	三柵顆粒 4.5% 1回	503			210 177 141 D2B18D			
		" " "	" " 2回	504			191 142 101 BF8E65			
201	ヒノキ	Fe 10% 渋へ5%混入	三柵顆粒 4.5% 2回	505			163 116 81 A37451			
202	ヒノキ	Fe 10% 渋へ8%混入	三柵顆粒 4.5% 1回	506			172 135 94 AC875E			
203	スギ	鉄板 9g 渋100gへ4日浸せき	三柵顆粒 4.5% 1回	507			158 111 86 9E6F56		1.64	4.9
204	スギ	鉄粉 2g 渋100gへ4日浸せき	三柵顆粒 4.5% 1回	508			177 124 93 B17C5D		1.88	5.1

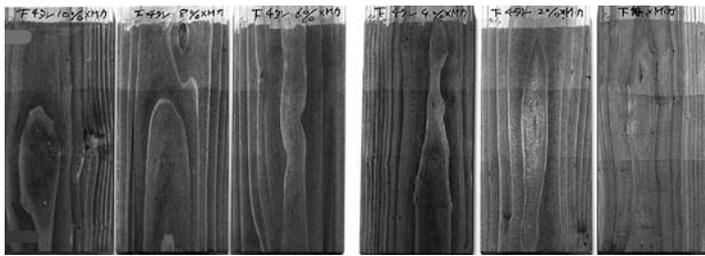


図2. Ti液の下塗り濃度の比較

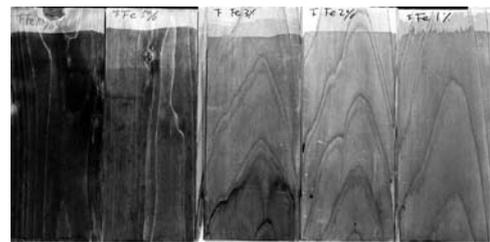


図4. Fe液の下塗り濃度の比較

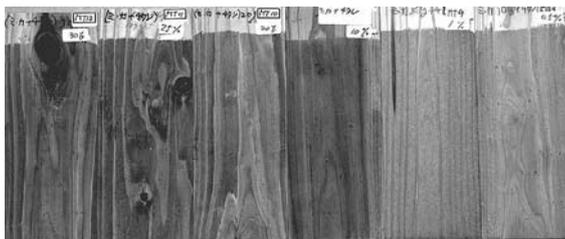


図3. Ti液の添加濃度の比較



図5. Fe液の添加濃度の比較

表6. エンジュ/スオウの媒染反応

染料	媒染	L*(C)	a*(C)	b*(C)	変換	R(10)	G(10)	B(10)	RGB(16)	カラー
エンジュ	Sn	71.3	2.7	35.8	⇒	201	168	108	[C9A86C]	
	Al	77.3	-1.7	63.3	⇒	221	187	69	[DDBB45]	
	Ti	51.0	26.4	36.6	⇒	179	99	62	[B3633E]	
	Cu	52.6	3.9	35.2	⇒	149	119	66	[957742]	
	Fe	40.0	-0.4	16.3	⇒	103	93	68	[675D44]	
スオウ	Sn	59.2	23.1	31.6	⇒	196	122	88	[C47A58]	
	Ti	50.3	18.3	21.1	⇒	160	105	85	[A06955]	
	Al	46.7	31.2	20.1	⇒	168	85	79	[A8554F]	
	Cu	34.4	26.3	11.0	⇒	124	62	65	[7C3E41]	
	Fe	24.7	3.7	1.5	⇒	66	58	58	[423A3A]	

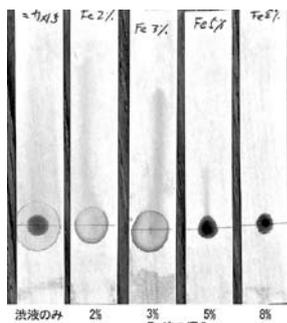


図6. ペーパークロマトグラフィーによる色分解と可逆性試験

剤の下塗りは暗褐色を示す8%以上であれば利用可能であるが、目的の色よりも数段階暗い色である（表4：通しNO.102, NO.347）。

次にFe液の添加濃度、Fe液の希釈濃度、渋液の濃度のそれぞれを変えながら塗布試験を行った（表5：通しNO.350~506）。濃度が低ければ色が淡く、渋濃度や添加率を上げればゲル化が起りやすい（8%以上で短時間に進む）。この方法で最も釘渋に近い発色は通しNO.505であった。

また別の方策として鉄板や鉄粉を渋液へ投入（浸せき）することも試した。鉄板であれば表面積と重量、鉄粉は重量で記録と再現が可能と考えた。いずれも1日の浸せきにより〈釘渋〉に近い色相を示すが、着色性は弱く、4日間浸せき後も液全体へゲル化が進行するのみで、色の変化には結びつかなかった。

また鉄粉は微細な粒子が渋液と分離できず、塗装作業と塗面に悪影響を示した。ともに導電率を比較したが、色相や着色性との関係は明らかにできなかった。

これらの過程で問題となったゲル状物質は、新たな渋液や水、熱を加えても溶けなかった。柿渋には一定の可逆性があるが、塗装面としては耐水の面で不利となる。Ti液やFe液で起こったゲル化はタンニンが不溶性になっている現れであり、耐水性を向上させることにつながるのではないだろうか。岡山県森林研究所による今年の成果報告にも、その可能性が示唆されていた。

そこでペーパー・クロマトグラフィーの手法で可逆性を確かめる試験を行った（図6）。Fe液を添加した渋液を試験紙へスポットし、あえて乾燥させた後、約1時間水で展開した。鉄の濃度が高いほど溶解分離が起きておらず、5%以上で耐水効果が急に高まっていることが分かる。同じ試験をアルコールについても行ったが、溶解は見られなかった。

以上のことからFe液の添加は5%程度が限界であると同時に、柿渋のみの仕上げよりも耐水性を期待できると思われる。〈釘渋〉NO.102の完全な再現には至らなかったが、近似値であった通しNO.505〈10% Fe液を4.5%渋液へ5%添加：2回塗り〉をバリエーションに加えた。

#### IV. 着色料を併用した柿渋仕上げ

##### IV-1. 植物染料の併用

平成22年度の研究で黄～橙系（チタン媒染／エンジュ）、赤～紫系（スオウ／弁柄）、紺～群青系（ログウッド／クチナシ／松煙）、緑系（緑葉エキス）で色相展開した。平成23年度に表1の色相環へ集約

を試みた結果、植物染料は橙系のエンジュと赤～紫系のスオウを用いることに絞った。

エンジュ、スオウとも古来から用いられた植物染料であり、媒染剤を変えることによって幅広い発色を得られる（表6：試験手板のLab分析より抽出）。これらの染料も柿渋同様、同じ濃度であれば手板（被塗布材）へ媒染剤を下塗りした方が少ない量で変色反応が起きる。ただし暗色においては、目的の色に達するまで添加した方が着色性（隠ぺい力）が強い。（この点は感想であり、比較試験はできていない。）

またいずれの方法においても、上塗りする柿渋にも媒染反応が起きる（塗り終わり以降も反応が進む）ため、乾燥させた状態での判断が必要である。手板で発色の再現を繰り返しながら、以下の様に着色塗装の仕様を確定した。

エンジュはTi液の媒染を用いたが、昨年の仕様（10% Ti液×20%エンジュ液）では着色性が弱く、黄味が強い淡色であった。試験を繰り返した結果、エンジュ液を25%希釈とし、希釈後3日間寝かしたものを塗布することでほぼ目的の発色を得られた。

スオウは朱から臙脂（エンジ）の3色を媒染反応着色し、渋液を上塗りする（表7、H6~8）。H6はSn液媒染により赤寄りの橙色に発色するが、H5のオーカー色との差異を出すため濃い40%スオウ液へSn液を添加し彩度の立った色にした。Sn液により渋が多少明るくぼけるため、トータルでバランスを取る。H7はスオウ本来の「蘇芳色」であるが、ややスオウ液の濃度を25%へ高めて、10%A1液を添加。H8はこれと差異を出すため、同A1液を下塗りした上に濃い40%のスオウ液を重ね深い臙脂色を出す。

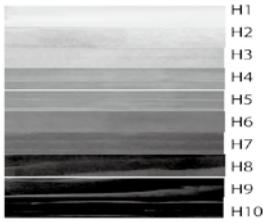
これらの試験はスギ材とヒノキ材双方で行ったが、吸い込みの大きなスギ材では、木理（木目、目の撚れ、節、アテ材等）が着色で強調される結果となった。広葉樹壁材と肩を並べようとする主旨に適さないと判断し、染料着色はヒノキ材に施すことにした。

##### IV-2. 顔料の併用

かつて木造住宅の柱や梁に柿渋と弁柄を塗ることは、ごく一般的な仕上げ方法であった。柿渋で塗られた弁柄は紅色の際立ちが押さえられ、落ち着いた海老茶に定着する。また弁柄と松煙、あるいは黒弁柄を混ぜ、赤茶から黒に至る調合も通例である。

顔料は隠ぺい力が高く、下地を塗りつぶしてしまうが、木地へ直接塗るのであればスギ材等の弱点、すなわち赤身と白太の差異、木理の吸い込み差異等を補う効果が期待できる。

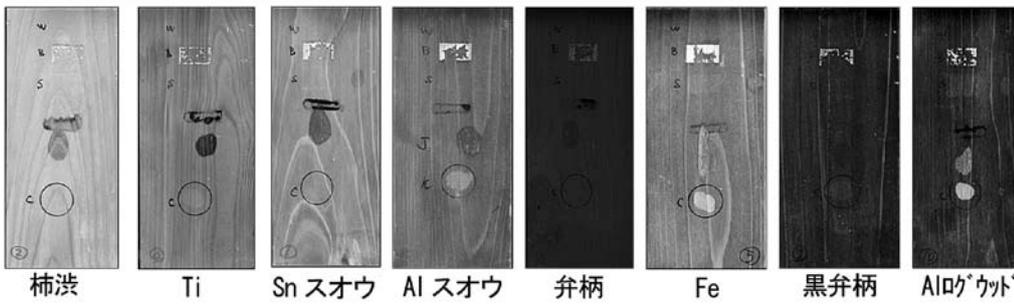
表7. 色相バリエーション・パネルの塗装仕様



	材	媒染液	仕様	染料	ミマス顆粒 (45g/L)	R(10)	G(10)	B(10)	RGB	カラー
H1	ヒノキ				1回塗り	222	175	141	deaf8d	
H2	ヒノキ				2回塗り	203	144	101	cb9065	
H3	ヒノキ	チタン 2%	下塗り		1回塗り	215	141	93	d78d5d	
H4	ヒノキ	チタン10%	下塗り		1回塗り	210	117	56	d27538	
H5	ヒノキ	チタン10%	下塗り	エンジュ25%	着色後上塗り1回	182	103	64	b66740	
H6	ヒノキ	スズ 10%	10%混入	スオウ40%	着色後上塗り1回	175	70	5	af4605	
H7	ヒノキ	アルミ10%	10%混入	スオウ25%	着色後上塗り1回	152	73	69	984945	
H8	ヒノキ	アルミ10%	下塗り	スオウ40%	着色後上塗り1回	124	41	43	7c292b	
H9	ヒノキ		弁柄: 渋液=1:5混入		着色後上塗り(拭き)	103	44	39	672c27	
H10	ヒノキ		弁柄: 松煙=8:2, 1:5混入		着色後上塗り(拭き)	61	26	19	3d1a13	

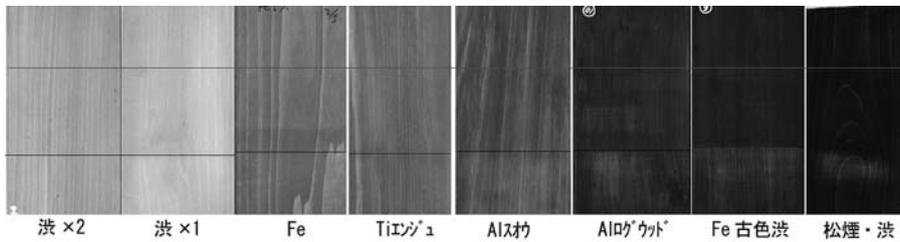


	材	媒染液	仕様	染料	ミマス顆粒 (45g/L)	R(10)	G(10)	B(10)	RGB	カラー
S1	スギ				2回塗り	224	174	115	e0ae73	
S2	スギ	鉄液10%	5%混入		2回塗り	175	127	85	af7f55	
S3	スギ		ミマス古代色1回(拭き)		上塗り1回	140	94	58	8c5e3a	
S4	スギ	鉄液10%	下塗り	古色1回塗り	上塗り1回	73	51	45	49332d	
S5	スギ		松煙: 渋液=2:100混入		上塗り1回(拭き)	34	32	32	222020	



試験薬  
 W: 水  
 B: 漂白剤  
 S: 食酢  
     ゼムクリップ  
     重層  
 C: クエン酸

図7. 変色テスト (一部)



試験素地  
 水漏れ後  
 放置乾燥  
 布摩擦

図8. 耐水・摩擦テスト (一部)

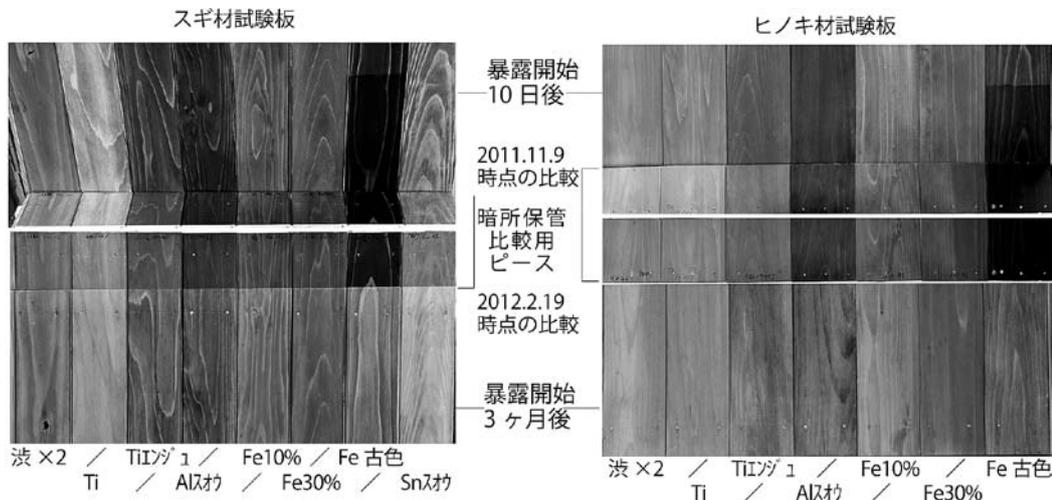


図9. 耐候・暴露試験

弁柄は、赤弁柄3種(A・B・C)<sup>2)</sup>、黒弁柄2種(D・E)を渋液で溶いて比較し、以下の結果を得た。

- ・塗料として用いるのは粒度が小さいものほど柿渋と良く混ざり、塗布面のムラも起きにくい。
- ・最も古いAが最も状態が良く、渋と良く混ざり、均質な塗布が可能であった。また木地への染み込みも良く、木理も薄く浮き上がった。
- ・Bは沈殿しやすいが、攪拌しながら作業すれば問題ない。塗面は均質だが不透明で、木理はあまり見えない。
- ・Cと黒弁柄は沈殿が早く、塗料として扱いにくい上、塗面にもムラが残った。
- ・弁柄／渋液は1：5～5（重量比）の混合が最も扱いやすかった。
- ・乾燥後の表面に定着しない粒子が残るため、刷毛塗り後、染み込みを待って軽く布拭きした方が良い。乾燥後渋を1度上塗りすると完全に定着し、木理も薄く浮き上がる。

以上の結果を元に、〈弁柄のみ〉と〈弁柄+松煙(8：2)〉を赤系のバリエーションに確定。

また最も暗い色としては、黒弁柄より粒子の細かい松煙を渋液で溶いて（松煙：渋液=2：100）使用することに確定。

## V. 塗料としての耐久性について

### V-1. 食品や金属による変色

以前の研究<sup>3)</sup>で同様の試験を行っており、柿渋が濡れた金属で黒変し、酸で脱色することなどを確認している。今回は着色料と併用した場合の検証が目的である（図7）。試薬は上から〈水／漂白剤／食酢／水濡れクリップ／重曹+水／クエン酸〉、10ピースに対し約1時間平置きで試験した。

共通していえる点は漂白剤での白抜けと金属（クリップ）で黒変、水、食酢の影響はほとんどないことである。また柿渋のみの場合、酸やアルカリの影響はほとんどないが、染料及び媒染剤により着色した板材は、酸で色飛び（白化）、アルカリでは何らかの変色が起きている。

今回の対象は壁材なので、試験材ほど過酷な条件にさらされることはないが、性能表示としては必要と思われる。

### V-2. 耐水、摩擦試験

壁材としては過酷な条件、例えば浴室壁面に施工され、強く物や体が接触するといった極度の耐久性を想定。内容は〈湿らせた木綿布を密着（約1Kg加重）させ、1時間後、湿った木綿布で5～6回強く擦る〉方法で、18ピースに試験した（図8、図9）。

総じてわずかな色移り（塗面はげ）が見られるが、淡色では問題といえない程度である。濃色では服地への色移りもあり得るので、注意は必要と思われる。いずれも接触のないまま放置・乾燥した場合、塗面と色合いに影響は見られない（図8：手板の中間部分）。

したがって通常の住環境であれば問題なく、特性の理解を得れば水回りでも利用可能と思われる。

### V-3. 耐候暴露試験

表2を元にスギ、ヒノキそれぞれで試験板を作成し、雨が当たる露地で耐候暴露試験を約3ヶ月間行った（図9）。それぞれの試験板は〔鉄／ステンレス／真鍮／銅釘〕で固定し、施工方法のテストも兼ねた。

暴露10日間（雨天中2日）では影響は見られないが、約1ヶ月程度でスオウと古色の退色が見られた。3ヶ月後には全体にグレーがかかったコントラストの低下を感じるが、暗所保管ピースとの比較では個々の特徴色を保持していることが分かる。ただしスオウと古色の退色は顕著で、エンジュ／スオウ、Fe液反応／古色がほぼ同等色になった。

スギ材とヒノキ材の比較ではスギ材の方が、やや変化が小さく、渋液の染み込み量の多さが関係していると思われる。ただし木地のヤセや荒れはスギ材に目立つ。生地材を試験板に加えなかったため、保護効果を比較することができず、大きな反省点である。

固定釘による変色は、鉄釘から墨を流したような黒変が顕著であり、ユニクロ・ビスの周辺にもわずかに黒変が見られる。次いで真鍮と銅が良く、最も状態が良いのはステンレス釘であった。

## VI. まとめ

平成23年度末、実際の建築壁面<sup>4)</sup>へ今回の成果を元に柿渋仕上げの壁面パネルを設置する運びとなった。いわば、ここまでに確定した塗装仕様の量産シミュレーションであり、デザインと必要な板材（原板）の塗装までを筆者が担当した。

ここで使用した仕上げの仕様は、染料着色を伴う赤系10段階、柿渋自体の発色を活かした5段階に確定し、表7にまとめた。

3×3mの壁面を9枚のグラデーション彩色したパネル（900×900mm）で構成。原板（90×900mm）は単純計算で90枚になるが、歩留まりを考え約1.5倍の140枚を柿渋で仕上げ、パネルの作成と施設への施工は分担者へ預けた。

この過程で多量に必要となる渋液の溶解と攪拌方



図10. 岡山県農業大学校研修交流等施設



図11. エントランスホールの色相パネル

法の改善や、濃度を1.5倍で統一すること、渋液と染料は作り置きして2-3日後に使用すること、刷毛や容器の洗浄と管理方法など、見直すべき細かな点が幾つかあった。(表7の内容は修正済みである。)

この作業を経て、手作業(刷毛塗り)を前提とした柿渋塗装は確定したと言いたい。いずれもテーマをクリアし、質感と色彩面で付加価値を与えられるものと思われる。設置した壁面パネルに対し、多くの方々から好評を頂いていると聞き、現時点で一応の安堵は得ている。

しかし、まだ実験は始まったばかりであり、量産品としての課題は未知数である。元来発酵品である柿渋を、年間を通じて多量に維持管理する難しさが元よりある。そして不均質な粘度やゲル化、乾けば強固という性質はローラーやスプレーでの塗装を継続する困難さも想像できる。人手と機械を組み合わせた塗装ラインで、一定量の実践検証する以外ないだろう。同時に木材素地が最終的な仕上がり面に大きく影響するため、次段階では水引き研磨や布拭きなどの工程も検討に入れるべきである。さらに、当初より懸案事項である防火・難燃への対応や、マーケティングの研究も急がれる。ここで開発しようとする壁材は、長短を理解した上で購入に至る、明らかに志向性を持った商品である。すなわち対象とする顧客は素材に対する厳しい目を持っている。そのポテンシャルは十分にあると思われるが、量産の現場でどこまで品質を高められるか、今後共に努力し

てゆきたい。

[付記]

柿渋は主役にはならずとも、日本の様々な産業とつながっており、欠けてはならない一つの文化を持っている。そのことを多くの人が知らないまま、影が薄くなることを筆者は危惧している。

今回の研究が柿渋の新たな魅力を生み出し、県産木材の利用促進と共に、関係産業の振興につながれば幸いである。連携頂いている諸氏に感謝申し上げ、更なる推進に向けて共に努力をお願いしたい。

注：

- 1) 平成22年度共同研究 NO.22, 平成23年度共同研究 NO.113, 連携と研究分担者：岡山県森林研究所, 岡山高次木材加工協同組合, 岡山大学大学院教育学研究科山本和史
- 2) 筆者所有の古い日本弁柄工業, 戸田工業, 竹谷化学の弁柄を使用。現在の製造元は、戸田工業(クツワ印)と森下弁柄工業の2社に限られると思われる。
- 3) 山本和史(1999)『柿渋による木材仕上げの研究及び調査』
- 4) 岡山県農業大学校の木造研修交流等施設の新築(2012.3)に際し、エントランスホール壁面へ設置。