

# 1. 木材塗装における視覚的感覚量の研究

## 一艶及び色彩が木材塗装の深み感に与える影響について一

玉造公男\*\*\*大野善隆\*\*\*

### 1. はじめに

地球的規模での環境保護が強く求められている今日においては、森林保全の立場から良質な木材の入手が困難となってきている。こうした中において、未利用材あるいは低質材を、これまでの良質材と同様に活用するためには、「深み感」等の質感を含めた調色技術による木材の高付加価値化技術の確立が不可欠である。

しかしながら、今もって低質材、未利用材の有効利用が出来ない理由としては、

- ①不均一な表面色（材色）であること
- ②材質のバラツキが大きいこと
- ③加工歩留まりが低く、生産コストが高くなること

等があげられ、利用に際してはこれらの欠点を克服して、製品価値と生産コストとのバランスを図ることが強く求められている。

本研究では、

- ①加工歩留まりの向上を目指して、材色による選別方式から、木目重視の木取り方式への変更が出来るよう、不均一な表面色材の調色技術（材質のバラツキにもとづく着色ムラの防止を含む）の確立
- ②輸入木材の多様化に対応する着色・調色技術及び異種素材（印刷紙、塩ビシートなど）との複合製品に対する着色・調色技術の確立などの開発を目的とした。

### 2. 試験方法

#### 2.1 木材透明着色塗装の着色工程別基礎データの作成

木材透明着色塗装CCM（以下、木材着色CCMと言う）を実施するに当たって基礎着色見本板を作成し、必要な工程別の着色基礎データを以下の諸条件で得た。

この基礎着色見本板の色データをCCMシステム（図-1）に入力した。

- ・供試材 ナラ、ニレ、サクラ、MDF
- ・基礎色 黄、赤、黒
- ・着色工程
  - アルコールスプレー素地着色  
(各色濃度 2.5、5.0、10.0、20.0 W%)
  - ワイピング素地着色  
(濃度はアルコールスプレー素地着色と同一)
  - ステインクリヤースプレー着色  
(各色濃度 0.5、1.0、2.0、4.0 W%)
- ・表面塗料 ウレタン樹脂塗料（艶有）

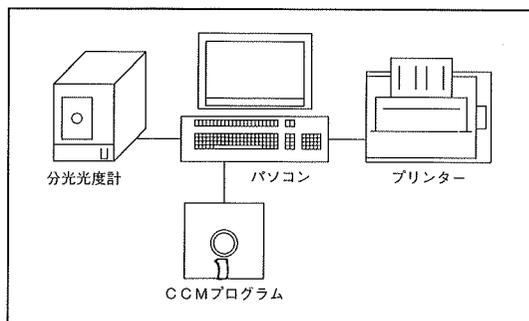


図-1 CCM (COMPUTER-COLOR-MATCHING) システム

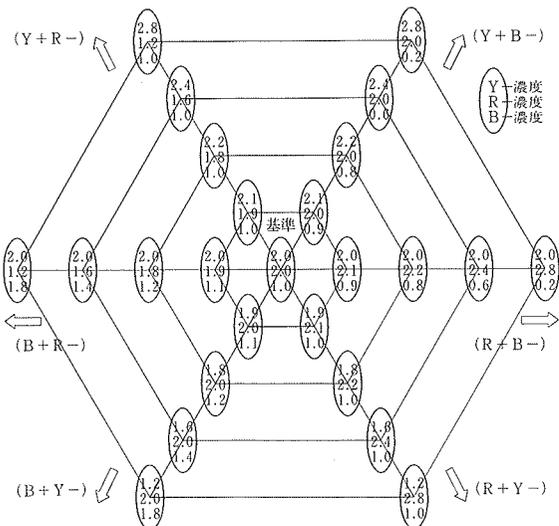
\*\*\* 塗装技術研究室

## 2.2 調色（色合わせ）許容範囲の推定

木材透明着色塗装に要求される色合わせの許容範囲を推定するために、木製家具の代表的な系統色の着色見本板を基準色とし、この基準色を中心に、配合比および濃度を規則正しく変化させた着色見本板（表-1）を作成し、色合わせ許容度をチェックした。

- ・ 供試材 ナラ、ニレ、サクラ（突き板柾目）
- ・ 基準色  
基礎色配合比(黄:2.0、赤:2.0、黒:1.0 W%)
- ・ 比較色  
基準色の基礎色配合比を基にして、1基礎色の配合比を固定し、他の1基礎色の配合比は基準色配合比を中心に0.1、0.2、0.4、0.8W%それぞれ増減させて、トータル濃度を5.0W%とする都合24色
- ・ 比較色濃度  
基準色の基礎色配合比は変えずに、着色剤のトータル濃度を1.0、2.5、10.0、20.0 W%とする4段階4濃度
- ・ 表面塗料 ウレタン樹脂塗料（半艶消）
- ・ 官能検査 目視による色合わせ判定

表-1 着色見本板・原色配合比



## 2.3 木材着色CCM試験

木材着色CCMの第一段階として下層着色（木材色+素地着色）のCCM試験を実施し、CCM計算値（以下、CCM値という）と目標色試料の実績値との比較検討を行った。さらに、下層着色に上層着色（塗膜着色）を加えた複層着色（製品塗膜に近い状態）のCCM試験も同様に実施した。

- ・ 供試材 ナラ、ニレ、サクラ
- ・ CCM試験手順
  1. 目標色試料の作成及び測色
  2. CCM計算
  3. CCM値と目標色試料の実績値との比較
  4. CCM値による試験着色試料の作成及び測色
  5. 試験着色試料と目標色試料との比較判定（目視、色差計測）

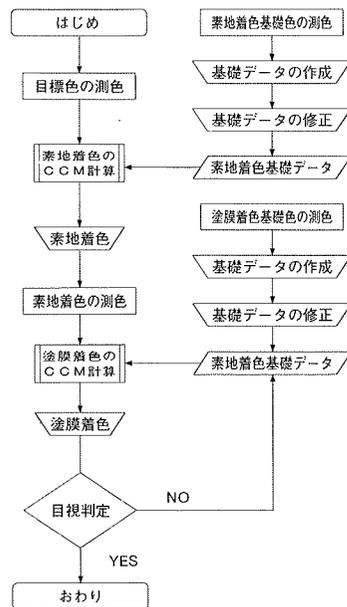


図-2 CCMフロー図

## 2.4 木材着色CCM試験と官能検査

木材着色CCM試験で作成した試験試料を用いて、CCM値と目視とによる比較と判定、並びに艶や深み感が調色に与える影響等について、下記の内容で官能検査を実施しCCM値による調色と目視との関係を総合的に検討した。

### 木材透明着色塗装の官能検査

- ・ 供試材 ナラ、ニレ、サクラ（突き板柾目）
- ・ 基準色、比較色 3色×濃度2段階×（艶3段階、工程3段階）=12セット
- ・ 表面塗料 ウレタン樹脂塗料
- ・ 官能検査 基準色板と比較色板とを目視して、評価項目に対して感じた度合をチェック
- ・ 対象者 九州造形短期大学 デザイン科2年生20人
- ・ 官能検査項目（表-2）

表-2 官能検査項目

1. 明るい	+2	+1	0	-1	-2	暗い
2. 白っぽい	+2	+1	0	-1	-2	黒っぽい
3. 鮮やか	+2	+1	0	-1	-2	ぼけた
4. 透明な	+2	+1	0	-1	-2	不透明な
5. つやのある	+2	+1	0	-1	-2	つやのない
6. つるつるした	+2	+1	0	-1	-2	ざらざらした
7. 深みのある	+2	+1	0	-1	-2	深みのない
8. 厚みのある	+2	+1	0	-1	-2	薄べらな
9. 黄色ばい	+2	+1	0	-1	-2	赤色ばい
10. 濃い	+2	+1	0	-1	-2	薄い

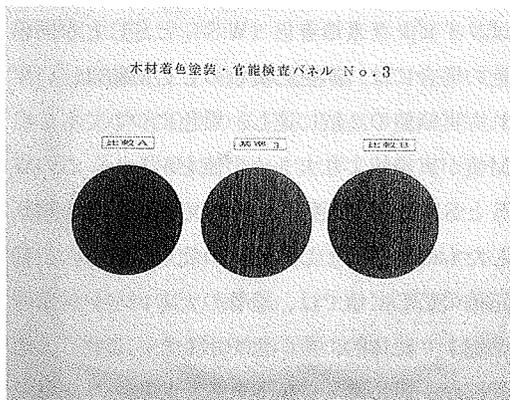


写真-1 官能検査用着色見本

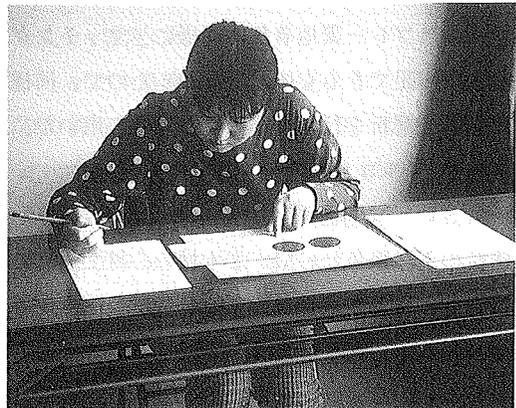


写真-2 官能検査風景

## 3. 研究の結果

### 3.1 下層着色および塗膜着色における着色剤濃度と色成分量との関係

基礎色（黄、赤及び黒）の着色剤濃度と色成分量との関係を、ナラ柾目ツキ板張合板を供試材としたアルコールスプレー素地着色について図-3～5に例示した。ついで、3つの基礎色を配合した基準色（30色）を基礎色着色の場合と同様に着色し、3つの基礎色を混合した場合の、黄色、赤色、及び黒色成分量の実績値とCCM値との関係を図-6～8に示した。この実績値とCCM値の差異が色差を生じさせる原因であり、期待する調色精度を得るためには、CCM値を実績値に近づけるよう基礎色データの検量線を修正する必要がある。

そこで、3基礎色混合による着色性の変化量（交互作用）や、被塗物別の材質（材色）の違いから発生する実績値とCCM値の差異を統計的に解析し、その結果を基に先の図-3～5の検量線を図-9～11に修正した。以後、アルコールスプレー素地着色のCCMには、図-9～11を用いることとした。なお、ワイピング素地着色及びステインクリアスプレー着色にお

いても、3基礎色を混合した場合には、アルコールスプレー素地着色と同様に、マッチング精度は満足できるものではなかったため、同様に統計的解析を行い、修正したものをを用いた。

### 3.1.1 アルコールステイン (AS)

ASのCCM利用方法としては、①透明着色塗装の下層着色CCM ②木材の心材、辺材の色調整に必要な辺材部の素地着色CCM等が考えられるが、ASはスプレーによる均一な塗布条件から、ワイピングステインより、比較的良好なCCM値を得ることが出来た。CCM値と実績値から考察した着色剤の交互作用は、黄>赤>黒の傾向が認められた。白～黄色系(ナラ・ニレ)の材料における黄色の分量は、実績値よりCCM値の方が大きく、反対に赤色系材料であるサクラ材では、設定値よりCCM値の方が小さい結果を示した。これらの着色剤の交互作用や材質の影響等を補正したものが、図9～11の素地着色修正データである。

今回のYRゾーンの木材着色CCMでは、3色均等配合に近い部分でのマッチング精度は良好であったが、赤味の色相では、赤の影響度が強いいためマッチング精度に問題が生じた。また特に素材の色調が一般的に淡い辺材部の素地着色CCMでは、影響度の強い赤の使用に対しては特別な配慮が必要であると考察される。すなわち、辺材部の素地着色に対しては ①低濃度着色材(赤)の基礎データの集積、あるいは ②赤のかわりに橙を用いた黄、橙、黒の3原色によるCCM試験を行うことが必要であると考えられる。

### 3.1.2 ワイピングステイン (WS)

木材の道管を主に着色するWSは、道管の形状や配列により色は異なって見え、また拭き取り時間や拭き取り方法によっても色は変化する。

CCM値と実績値から推測すると木目配列の違いが色にかなり影響しているものと考えられる。CCM値と実績値との比較では各色の分量は、黄色は実績値よりCCM値の方が大きく、赤色は逆に実績値の方が大きくなった。今回のWSは、顔料による着色であるが、現実的なWSは、木地部と道管部を同時に着色する併用型のワイピングが使われることが多い。この染料混合の場合には、これと同様の操作によって実績値とCCM値との関係を求めることが必要である。またWSは、単独で使われることは少なくステインクリヤーとの複層着色が大半であるが、今回得られた色再現精度で使用可能と考えられる。WSの着色性は、淡色になる傾向があり濃度も比例しにくいだが、これも複層着色で処理出来る範囲と考えられる。

WSにおけるナラ材の着色実績値と基礎データおよび修正着色基礎データによる、CCM値を表-3に例示した。

### 3.1.3 ステインクリヤー (SC)

木材着色の最終工程に用いられるSCは、単独で利用することは少なく、通常は下層着色とSCとの複合形態で用いられる。したがって、SCのCCMも単独のマッチング精度に加えて、複合のマッチング精度が要求される。例えばワイピング素地着色(WS)とSCとが同系色の場合には、赤色と黄色のCCM値は、いずれも実績値の2倍に達し、黒色についてもCCM値が実績値より大きめの値を示した。このWSとSCとの交互作用については、これを補正したものを基準として以後の使用に供した。補正後のCCM値では、道管の大きいニレ材は基準色より総体的に薄い色を示した。これは、道管部が一般に濃く着色されるために、ニレ材では道管部に由来する黒色分量が他の供試材に

比べて多くなり、黒色成分量を総量で規制する本方法では、濃度バランスを採る必要から基準色より総体的に薄い色になったと考察される。

SCにおけるナラ材の着色実績値と基礎データおよび修正着色基礎データによる、CCM値を表-4に例示した。

### 3.2 許容範囲の推定

木材の透明着色を目的とした調色は、同一材であっても木目の状態や辺心材などにより、異なった質感がもたらされる木材の特性から、部分的な色合わせは意味がないと考える。そこで、今回の木材着色CCM試験を推進するにあたって、色合わせ許容範囲の設定は、次のように行った。

(1)CCM機器による物理的(数量的)許容範囲の設定

(2)目視による感覚的許容範囲の設定

目視の条件は、道管などの微細な部分を含めた近視的な見方ではなく、距離(1.5m)をおいた全体色調による色合わせ判定を行った。

#### 3.2.1 色相について

許容範囲を推定するため、基準色を中心に微細に変化させた色剤配合を下記に示した。今回の調色許容範囲の推定に用いた色は、3基礎色配合の中心に近い部分について行ったもので、すべての色に当てはまるものと断定できないが、木材着色CCM試験を推進していく上で目安となる許容範囲の推定は可能であると考えられる。その結果は、図-12に示した。トータル濃度5W%着色での許容範囲を推測すると、黄及び赤の増減による許容度は広く、黒はやや狭くなる傾向が認められた。また、材種別の傾向としては、ナラ材の許容範囲は狭くより精度ある調色が必要と考えられる。ニレ材及びサクラ材は、ナラ材に比べ茶系の色相において比較的

広い許容度を有するものと考えられる。

#### 3.2.2 濃度について

トータル濃度5W%を中心とした濃度別着色剤の許容範囲は、色相許容範囲(0.2W%)に比べて幅広い許容範囲(1.5~2.0W%)を有すると考えられる。調色の精度を高めるためには、色相マッチングに重点をおいた調色が必要であると考察される。

### 3.3 木材着色CCM試験

木材の透明着色塗装の色は、アルコールステイン(AS)、あるいはワイピングステイン(WS)にステインクリアー(SC)が組み合わされたかたちで構成されており、具体的には素地着色(AS,WS)を施した下層着色(木材色+素地着色)に透明着色塗膜(SC)を上層着色として加えた複合色を視覚的に捉えていることになる。この複合色も、3色混合から生じる着色剤の交互作用と同じような現象が、下層着色層と上層着色層との着色層間にも生じているものと考えられる。そこで、色相や下層着色と上層着色の色および木材の組み合わせについて、木材着色CCM試験を実施し、目標色と実績色の色差と目視判定の結果を表-5に、色相別の色差図を図-13~17に示した。

#### 3.3.1 SCと木材着色CCMについて

下層着色にステインクリアー(SC)を塗布した木材着色CCMでは、AS,WS,SCの単独着色のCCM色差より小さく物理量的には高いマッチング精度が得られたが、目視による判定では、CCM色差と比例せずマッチング許容範囲内には納まらなかった。このCCM色差と目視評価の不一致は、下層着色(特に木目色)の影響によるものと考えられ、下層着色の色を変えたSCの上層CCMを実施した結果、色差の値と目視判定結果との間により大きな違いが

生じた。このことから、下層着色の色と透明な上層着色との合算された色は、下層着色と上層着色の色の濃度や色相の差が拡大するほど色差の値と目視評価との違いも拡大するものと考えられる。

### 3.3.2 CCM色差値と目視評価について

被塗物に深み感を持たせるガラス効果といわれている透明な着色皮膜は、調色にとって両刃の剣となり、色の補正にはなくてはならない工程でもあり、また色が合わなくなる因子でもある。下層の色を引き出すような着色システムが、深み感を与えることは周知の事実であり、人間が見ている色は、全体の色よりも下層着色の木目や木部の色をより強く捉えていると考えられる。同様に目標とする見本板と木目の配列や道管に違いがある場合においても、CCM色差値と目視評価は一致しにくいことが確認できた。

### 3.4 木材着色CCM試験と官能検査

目視評価に木材着色CCM値を対応させるためには、木目や色相別の調色精度のバラツキなどの影響を排除した、修正木材着色CCM値を得ることが本研究のポイントと考え、艶や塗膜状態が調色に与える影響について調査した。その結果を図-18~21に示す。

#### ・艶の影響 (100-50-0%)

半艶を基準とした全艶と全艶消しの艶が色に与える影響は、艶感(艶の有-無、つるつる-ざらざら) 彩度(鮮やか-ほけた、透明-不透明) 明度(明るい-暗い)の項目に大きく認められた。

#### ・塗膜状態 (オープン-セミオープン-クローズ)

セミオープンを基準とした塗膜状態が色に与える影響も、艶と同様の傾向が見られるものの、艶より影響が少なかった。

着色工程が同じでも艶や塗膜状態によって、色の見え方は変化しており視覚面積が大きいほど、その影響も増大するものと考えられるので、今後の課題としてさらに実験を進める予定である。

## 4. まとめ

CCMシステムを利用した木材の透明着色塗装の調色試験を実施した結果、次の事が明らかになった。

1. アルコールステイン修正基礎データを用いたCCM値は、目標とする見本板の基本的な色相の色合わせに十分な効果を発揮することが明らかになった。
2. 微妙な色や淡色の色のCCMにおいては、赤、黄、黒を基礎色とした場合、赤の影響が顕著に認められるので、赤に対する特別の配慮が必要である。
3. 木材の透明着色塗装においては、塗装工程のちがいや、使用する着色剤によって、その深み感は決定される。しかし、CCMシステムでは、塗装工程中における一着色工程の原色配合比は推定できても、深み感をもたせる多層着色の色濃度配分までは、推定できないことから、任意の深み感を持たせた調色を実施するためには、塗装工程にも配慮しつつCCMシステムを利用することが必要である。
4. 下層着色と上層着色による複合着色では、同系色の組合せCCMについては許容範囲内のCCM値を得ることが出来たが、異系色間のCCMについては許容範囲内のCCM値を得ることは出来なかった。さらに、木目配列や道管形態のちがいに由来する下層着色の変動を修正し、計算値と目視による評価とを近似させることも、今後の残された研究課題である。

これらの結果が示すとおり、本研究のCCMシステムを利用して低質材や未利用材の材色の均一化を図るための下層着色剤を開発し、良質材と同等の塗装効果を与えることで、木製品の表面材としての活用が期待できる。さらに、今後の利用方法として化学製品（印刷紙、塩ビシート）と木材との異種材料間の調色技術が確立されることで木材の有効利用の拡大が図れるものと期待される。

最後に、本研究の推進を通じて終始ご指導ご配慮いただきました、物質工学工業技術研究所 相川光夫主任研究官を始め、調査及び資料提供等でご協力を頂いた方々に感謝の意を表します。

表-3 WSにおける修正基礎データ後のCCM値

試料 No.	ステイン (3原色)	目標色 実績濃度 (%)	未修正・基礎データ		修正・基礎データ	
			CCM濃度 (%)	実績値との差 (%)	CCM濃度 (%)	実績値との差 (%)
1	Y	8.00	9.90	1.90	8.41	0.41
	R	1.00	0.89	-0.11	1.01	0.01
	B	1.00	1.17	0.17	1.17	0.17
2	Y	6.00	7.26	1.26	6.13	0.13
	R	3.00	2.29	-0.71	2.65	-0.35
	B	1.00	0.85	-0.15	0.85	-0.15
3	Y	6.00	7.15	1.15	6.03	0.03
	R	2.00	1.56	-0.44	1.81	-0.19
	B	2.00	2.13	0.13	2.13	0.13
4	Y	6.00	5.64	-0.36	4.74	-1.26
	R	1.00	0.76	-0.24	0.88	-0.12
	B	3.00	2.53	-0.47	2.53	-0.47
5	Y	4.00	5.41	1.41	4.52	0.52
	R	4.00	2.88	-1.12	3.30	-0.70
	B	2.00	1.53	-0.47	1.53	-0.47
6	Y	4.00	5.30	1.30	4.38	0.38
	R	3.00	2.61	-0.39	3.02	0.02
	B	3.00	3.41	0.41	3.39	0.39
7	Y	4.00	3.76	-0.24	3.29	-0.71
	R	2.00	1.00	-1.00	1.16	-0.84
	B	4.00	2.88	-1.12	2.29	-1.71
8	Y	2.00	1.38	-0.62	1.21	-0.79
	R	6.00	1.66	-4.34	4.29	-1.71
	B	2.00	1.17	-0.83	1.66	-0.34
9	Y	2.00	1.58	-0.42	1.39	-0.61
	R	4.00	3.96	-0.04	4.59	0.59
	B	4.00	4.41	0.41	4.41	0.41
10	Y	1.00	0.61	-0.39	0.54	-0.46
	R	6.00	4.31	-1.69	5.00	-1.00
	B	3.00	2.83	-0.07	2.83	-0.07

表-4 CSにおける修正基礎データ後のCCM値

試料 No.	ステイン (3原色)	目標色 実績濃度 (%)	未修正・基礎データ		修正・基礎データ	
			CCM濃度 (%)	実績値との差 (%)	CCM濃度 (%)	実績値との差 (%)
1	Y	3.20	2.39	-0.81	2.84	-0.36
	R	0.40	0.42	0.02	0.42	0.02
	B	0.40	0.31	-0.09	0.32	-0.08
2	Y	2.40	2.25	-0.15	2.68	0.28
	R	1.20	1.31	0.11	1.25	0.05
	B	0.40	0.32	-0.08	0.33	-0.07
3	Y	2.40	2.28	-0.12	2.71	0.31
	R	0.80	1.00	0.20	0.95	0.15
	B	0.80	0.73	-0.07	0.74	-0.06
4	Y	2.40	1.74	-0.66	2.02	-0.38
	R	0.40	0.56	0.16	0.56	0.16
	B	1.20	0.94	-0.26	0.97	-0.23
5	Y	1.60	1.52	-0.08	1.17	-0.43
	R	1.60	1.79	0.19	1.70	0.10
	B	0.80	0.77	-0.03	0.79	-0.01
6	Y	1.60	1.62	0.02	1.84	0.24
	R	1.20	1.53	0.33	1.45	0.25
	B	1.20	1.11	-0.09	1.14	-0.06
7	Y	1.60	1.68	0.08	1.94	0.34
	R	0.80	1.24	0.44	1.19	0.39
	B	1.60	1.72	0.12	1.74	0.14
8	Y	0.80	0.71	-0.09	0.72	-0.08
	R	2.40	2.68	0.28	2.55	0.15
	B	0.80	0.75	-0.05	0.77	-0.03
9	Y	0.80	0.71	-0.09	0.73	-0.07
	R	1.60	2.06	0.46	1.96	0.36
	B	1.60	1.72	0.12	1.73	0.13
10	Y	0.40	0.21	-0.19	0.23	-0.17
	R	2.40	3.11	0.71	2.92	0.52
	B	1.20	1.23	0.03	1.26	0.06

表-5 木材着色 CCM試験の結果

試料 No.	材 質 (素地材色別)	目 録 色 試 料 (標 色 試 料)	CCM計測値 (原 色)		b CCM計測値 (試 料 試 料)		目録色と試料との色差 (A-b) ΔL* Δa* Δb* ΔE*	目録判定
			L*	a*	b*	L*		
A-1 ナラ (KS)	51.78 13.94 40.36	45.12 18.72 47.76	1.36 0.10 0.17	42.92 16.79 48.36	-2.30 0.07 0.80	2.38	○	
A-2 ニレ (KS)	54.10 11.88 34.04	A-1と同じ	1.81 0.14 0.17	48.07 14.80 44.05	-0.95 -1.11 -3.70	4.37	△	
A-3 サクラ (KS)	52.00 14.00 35.45	A-1と同じ	1.51 0.08 0.18	43.59 18.60 45.14	-1.59 -0.22 -0.26	3.03	○	
A-4 ナラ (AS)	50.82 10.98 29.34	A-1と同じ	1.88 0.11 0.03	45.41 15.75 42.98	0.29 -0.97 -4.79	4.80	○	
A-5 ニレ (AS)	52.14 10.08 27.46	A-1と同じ	1.72 0.14 0.06	44.78 16.38 42.88	-0.34 -1.38 -4.87	5.07	○	
A-6 サクラ (AS)	50.71 13.41 25.11	A-1と同じ	1.85 0.08 0.08	45.10 18.49 43.01	-0.01 -0.23 -4.74	4.75	○	
B-1 ナラ (KS)	51.14 15.28 38.86	39.84 24.05 41.13	1.55 0.44 0.17	39.44 24.48 43.87	-0.20 0.44 2.74	2.78	○	
B-2 ニレ (KS)	51.14 14.14 33.05	B-1と同じ	1.88 0.45 0.12	41.87 22.13 42.84	-2.34 -1.92 -1.71	3.48	×	
B-3 サクラ (KS)	49.84 18.85 35.80	B-1と同じ	1.53 0.16 0.16	41.01 24.44 44.91	-1.38 -3.51 -3.51	3.85	○	
B-4 ナラ (AS)	48.21 18.17 25.30	B-1と同じ	1.78 0.38 0.08	39.44 25.04 38.47	-0.18 0.99 -2.86	2.84	△	
B-5 ニレ (AS)	48.85 14.92 23.28	B-1と同じ	1.88 0.40 0.04	39.84 22.43 35.71	-0.21 -1.85 -4.42	4.72	×	
B-6 サクラ (AS)	49.06 17.20 26.28	B-1と同じ	1.79 0.38 0.11	39.72 23.79 38.04	0.08 -0.28 -2.09	2.11	○	
C-1 ナラ (KS)	44.58 8.36 29.42	35.88 12.40 35.90	1.87 0.27 0.47	34.31 3.49 36.03	-1.36 -0.09 0.13	1.75	○	
C-2 ニレ (KS)	48.88 7.89 27.41	C-1と同じ	1.81 0.31 0.88	35.20 14.47 35.75	-0.48 2.08 -0.15	2.14	×	
C-3 サクラ (KS)	44.81 8.73 26.24	C-1と同じ	1.72 0.24 0.53	33.38 13.21 37.88	-2.30 -0.81 -1.99	3.15	○	
C-4 ナラ (AS)	45.49 9.27 22.34	C-1と同じ	1.85 0.55 0.03	33.88 12.83 31.51	-2.02 -0.07 -4.39	4.83	△	
C-5 ニレ (AS)	47.47 8.39 21.19	C-1と同じ	2.00 0.26 0.61	37.03 11.63 32.18	1.36 -0.87 -3.71	4.06	○	
C-6 サクラ (AS)	46.83 11.13 22.59	C-1と同じ	1.86 0.20 0.64	37.17 13.43 29.89	1.50 1.03 -6.91	6.18	×	
D-1 ナラ (KS)	47.58 11.53 29.01	33.48 17.11 30.78	1.45 0.51 0.85	31.21 18.27 28.82	-2.27 1.18 -2.18	3.34	×	
D-2 ニレ (KS)	47.14 10.82 24.77	D-1と同じ	1.54 0.52 0.80	31.84 17.80 30.88	-1.84 0.49 0.08	1.72	×	
D-3 サクラ (KS)	44.83 13.48 26.76	D-1と同じ	1.42 0.48 0.58	32.88 18.48 26.81	-0.82 1.37 -2.17	2.70	△	
D-4 ナラ (AS)	43.88 10.87 17.20	D-1と同じ	1.88 0.48 0.45	29.97 18.40 24.90	-3.18 -1.29 -6.88	7.12	×	
D-5 ニレ (AS)	44.58 10.83 15.89	D-1と同じ	1.70 0.47 0.48	32.27 18.19 24.94	-1.21 -1.08 -6.14	6.36	×	
D-6 サクラ (AS)	45.22 12.18 18.18	D-1と同じ	1.88 0.48 0.57	30.28 18.89 25.74	-3.20 -1.68 -5.04	6.18	×	
E-1 ナラ (KS)	42.87 11.44 19.18	27.44 15.70 15.85	0.50 1.02 0.75	26.82 21.50 17.25	-0.82 0.20 1.30	1.55	○	
E-2 ニレ (KS)	44.77 11.41 15.94	E-1と同じ	0.84 1.08 0.82	29.81 21.51 15.93	2.97 -0.18 -0.01	2.38	○	
E-3 サクラ (KS)	41.71 11.44 18.40	E-1と同じ	0.51 1.00 0.77	26.92 24.00 17.87	-0.62 2.30 2.02	3.10	○	
E-4 ナラ (AS)	43.70 16.04 14.76	E-1と同じ	0.88 0.89 0.84	28.88 20.88 10.88	-0.48 -1.01 -5.08	5.21	×	
E-5 ニレ (AS)	44.48 14.80 11.18	E-1と同じ	0.74 0.88 0.85	27.48 22.34 12.18	0.93 0.83 -3.76	3.81	△	
E-6 サクラ (AS)	44.58 18.89 14.42	E-1と同じ	0.88 0.88 1.03	27.04 22.35 13.01	-0.40 0.65 -2.84	3.03	△	

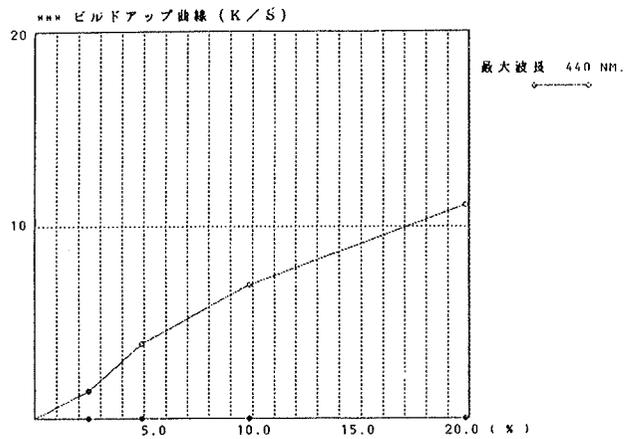


図-3 ナラ材における基礎データの検量線 (黄)

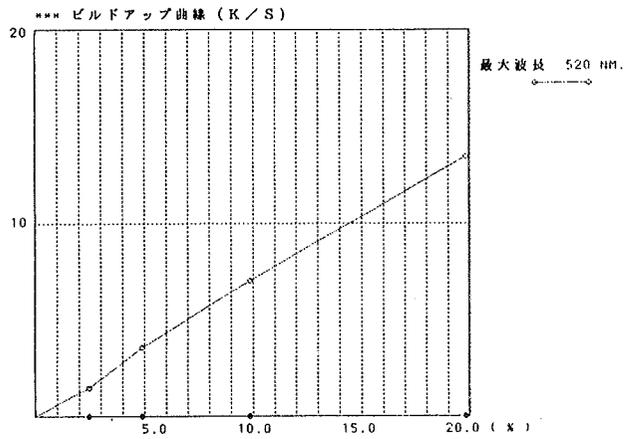


図-4 ナラ材における基礎データの検量線 (赤)

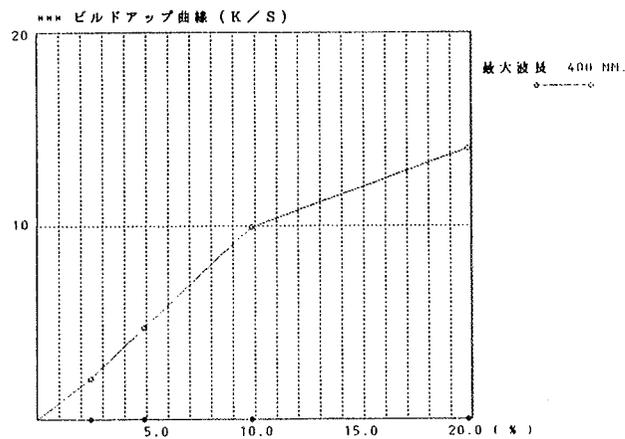
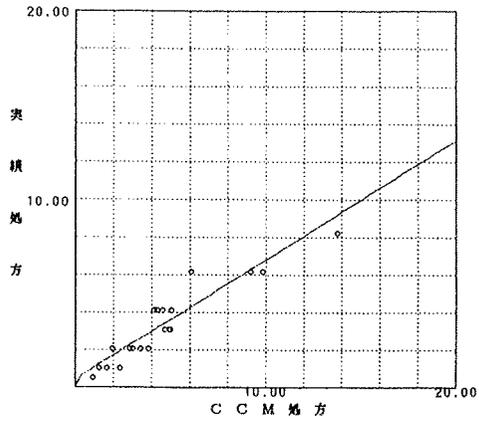
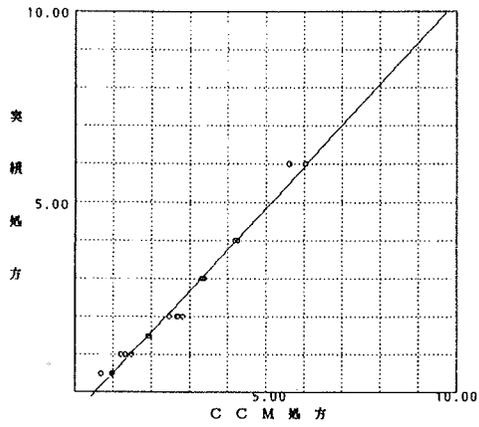


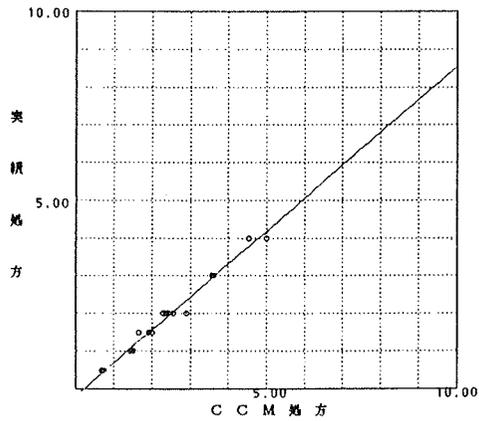
図-5 ナラ材における基礎データの検量線 (黒)



図一六 ナラ材におけるCCM計算値と実績値（黄）



図一七 ナラ材におけるCCM計算値と実績値（赤）



図一八 ナラ材におけるCCM計算値と実績値（黒）

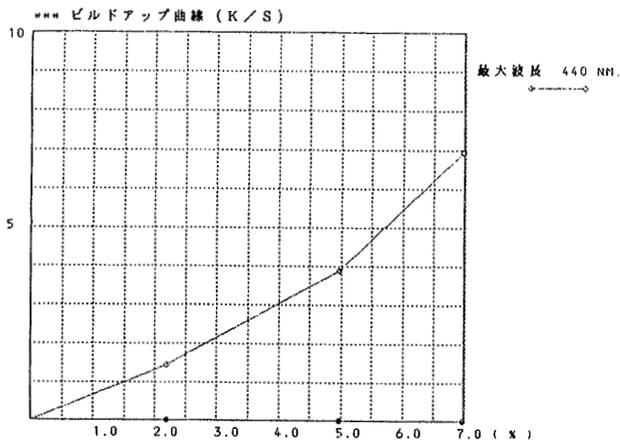


図-9 ナラ材における修正基礎データの検量線 (黄)

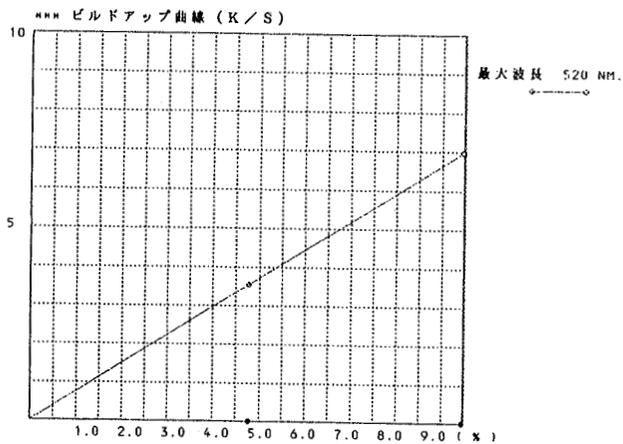


図-10 ナラ材における修正基礎データの検量線 (赤)

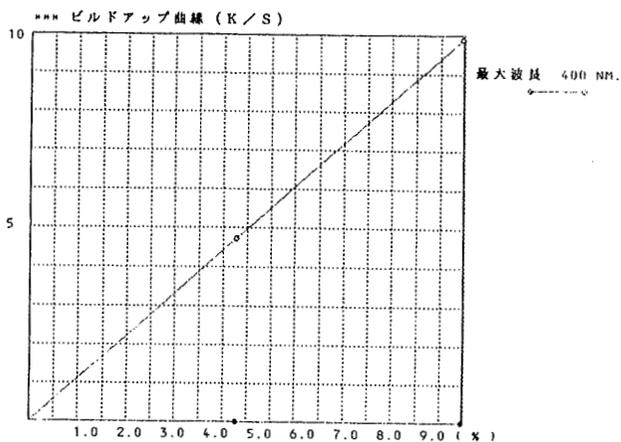


図-11 ナラ材における修正基礎データの検量線 (黒)

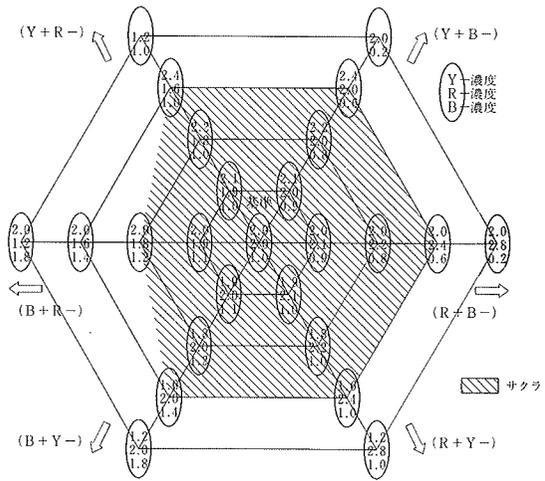
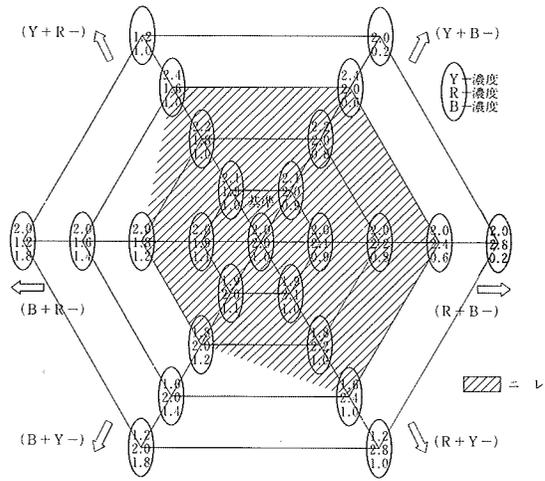
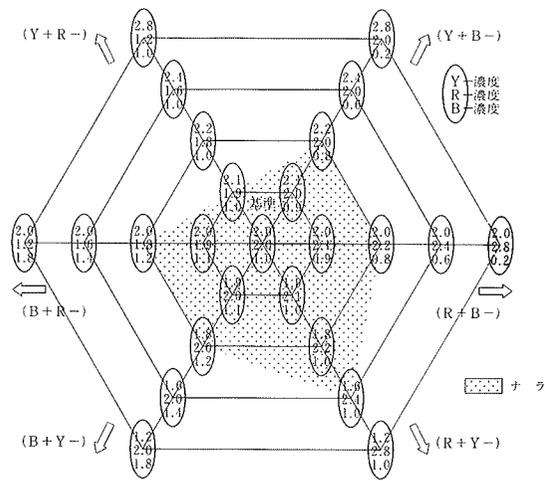


図-12 調色許容範囲の推定結果

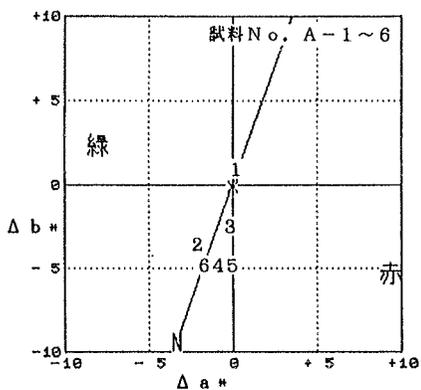


図-13 色差図 (目標色試料A色)

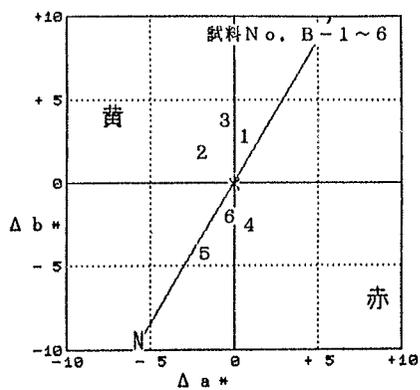


図-14 色差図 (目標色試料B色)

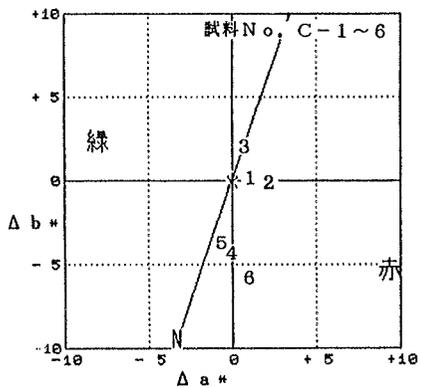


図-15 色差図 (目標色試料C色)

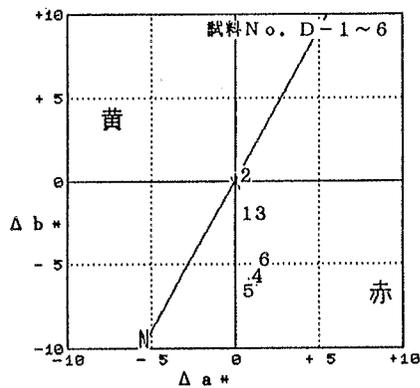


図-16 色差図 (目標色試料D色)

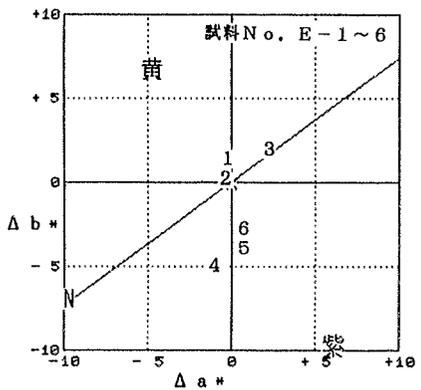


図-17 色差図 (目標色試料E色)

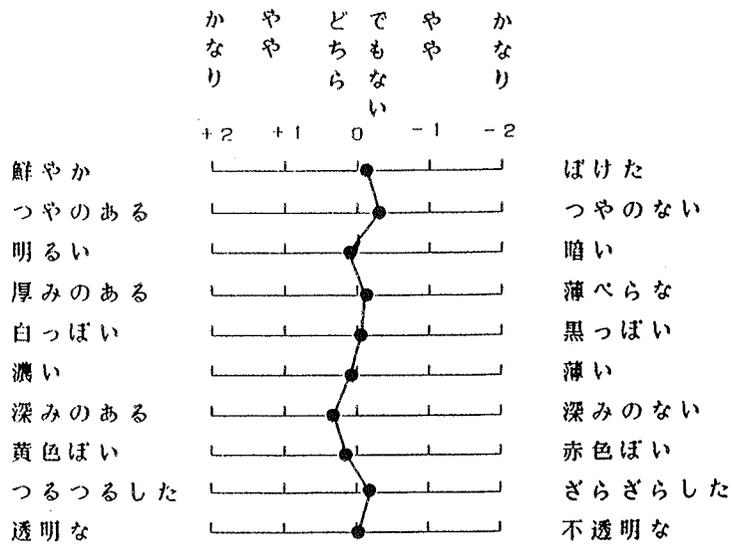


図-18 官能検査結果（工程オープンの場合）

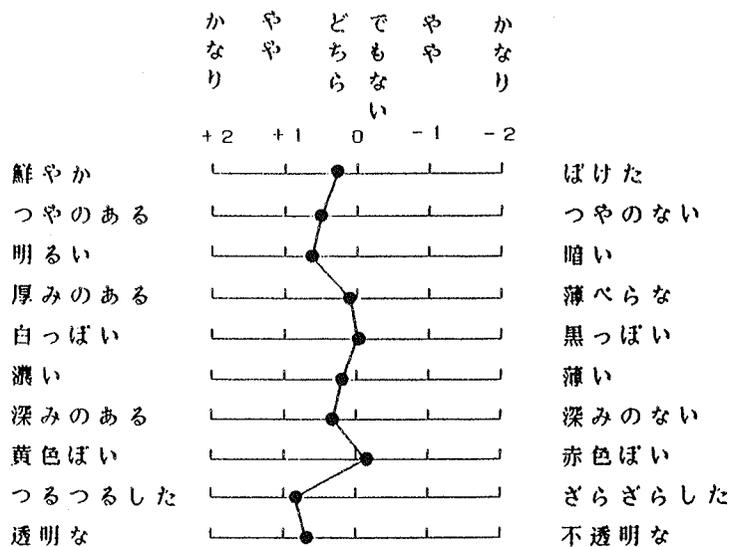


図-19 官能検査結果（工程クローズの場合）

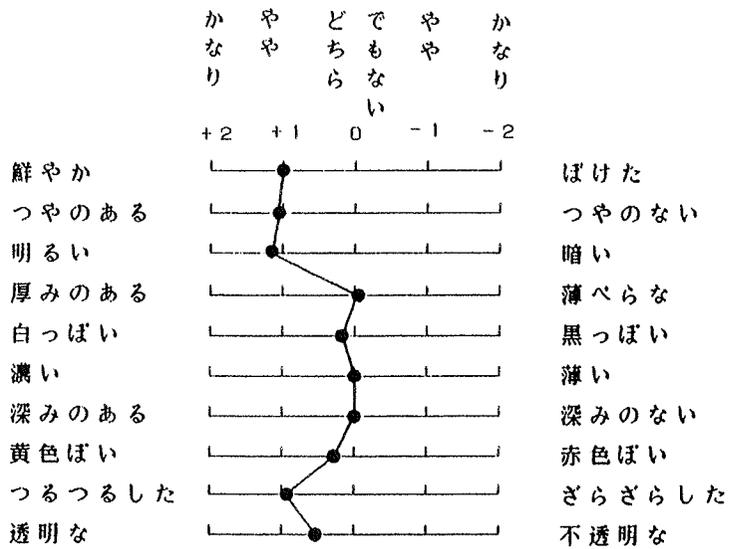


図-20 官能検査結果 (つやありの場合)

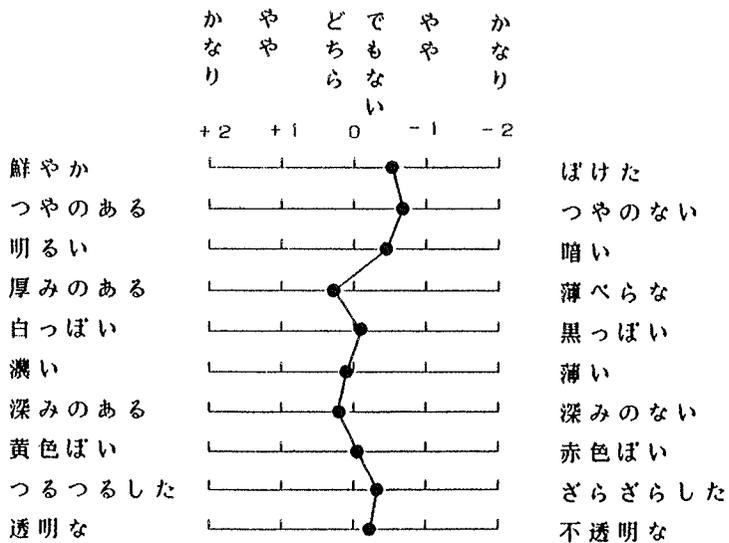


図-21 官能検査結果 (つやなしの場合)