

목재의 조색기술*1

孔 泳 士*2

Wood Color and Color Improvement*1

Young-To Kong*2

1. 서 언

목재의 색은 목재의 표면현상을 나타내는 물성의 하나로 강도와 같은 본질적인 것은 아니나, 이의 양부는 상품의 구매 의욕을 좌우하는 결정적인 요인이 되고 있다. 목재의 표면을 아름답게 만들기 위하여는 문양을 두드러지게 하거나, 착색, 광택, 엠보싱가공, 도장 등 각종의 표면처리를 하게 되며, 또 소비자의 요구 성향에 맞게 목제품의 색을 바꾸는 경향도 많아지고 있다. 예로서, 동일한 느티나무라도 황색이 강한 것을 좋아하거나, 실내용 벽판재로 많이 이용되는 삼나무의 경우 흑색보다 담색을 선호하거나, 변색이 느린 목재를 좋아하는 등이 있으며, 이러한 것은 목재의 화학가공의 한 분야인, 목재의 조색기술에 의하여 이에 대처하는 것이 실예이다.

최근 목재의 공급은 양적으로는 풍부한 것 같으나, 화장단판용 등 우량 대경원목은 세계적으로 그 자원이 부족하여, 우량 활엽수재의 공급이 증대되는 수요를 충족하지 못하고 있는 실정에 있다. 가격이 양등하고 원료가 부족한 반면, 품질은 저하되고 있다. 이러한 상황에서 국내 목재업계에서도 목제품의 색을 보다 아름답게 표현하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있으며, 조색기술에 대한 기술 수요도가 많아지고 있다. 더우기 목제품은 정도의 차이는 있을 지라도 거의 대부분이 착색공정을 거치고 있다는 점에서도 조색기술에 대한 요구도를 짐작할 수가 있다.

표 1. 색이 갖는 느낌

색 명	연상되는 것
적 색	불, 피, 태양, 정열, 투쟁, 분노, 위험, 따뜻함
핑크 색	행복, 꿈, 가정
오렌지색	따스함
황 색	태양빛
녹 색	초원, 향수, 자연의 우수성, 건강
청 색	차가움, 냉철, 냉엄, 고독, 애수, 안전, 평온, 투명공간
자 색	고귀함, 질투, 깊은 마음
흑 색	어두움, 공포, 죄악, 건강상실
회 색	불안, 애매모호, 흐림, 죄스럼
백 색	청결, 신선, 순결, 영원

색은 따스한 느낌을 주는색, 차가운 느낌을 주는 색 등 인간의 감정에 여러가지 영향을 미친다. 몇가지 색에 대하여 연상되는 이미지를 종합해 보면 표 1 과 같다. 칼라복사, 칼라인쇄 등 각종 칼라제품의 보급은 놀랄 정도로 진보하고 있고, 이것은 인간의 색에 대한 끝없는 욕구를 나타내는 것일 것이다.

목재의 착색은 상감세공(象嵌細工)이나 칠기도장에 나타난 바와 같이 주로 공예품 분야에서 옛부터 널리 이루어져 왔으나, 최근에는 풍족하고 윤택한 생활을 지향하는 관점에서 주거 공간의 색의 배치를 총체적으로 고려하여 옥외 시설을 나무의 푸르름이나 주위의 경관과 조화 시키려는 움직임이 강하게 나타나고, 가구와 건축 내장 및 외장재의 색에 대한 관심도가 극히 높아지고 있다.

따라서 본 원고에서는 목재조색기술로서 목재

*1. 接受 1992年 12月 20日, Received December. 20, 1992

*2. 임업연구원 Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea

의 색과 색의 측정, 변색과 변색방지, 염색·착색, 탈색·표백 등의 실용적인 기술을 언급하고 아울러 목재의 색과 변색·오염에 관련된 기본적인 기술·정보를 정리 소개코저 한다.

2. 목재의 색과 색의 측정

2.1 색과 가시광선

사람이 육안으로 식별가능한 가시광선은 전자파의 일종이다. 전자파는 표 2에 나타난 것과 같이 파장에 따라 7가지로 분류되며, 그 중 가시광선은 380~780nm의 파장을 갖는 스펙트럼이

표 2. 전자파의 종류

전자파	파 장
우 주 선	0.001~0.01Å
γ 선	0.01~1Å
X 선	1~100Å
자 외 선	100~3,800Å (10~380nm)
가 시 광 선	3,800~7,800Å (380~780nm)
적 외 선	7,800~3×10 ⁶ Å
마이크로파	3×10 ⁶ ~1×10 ¹⁰ Å

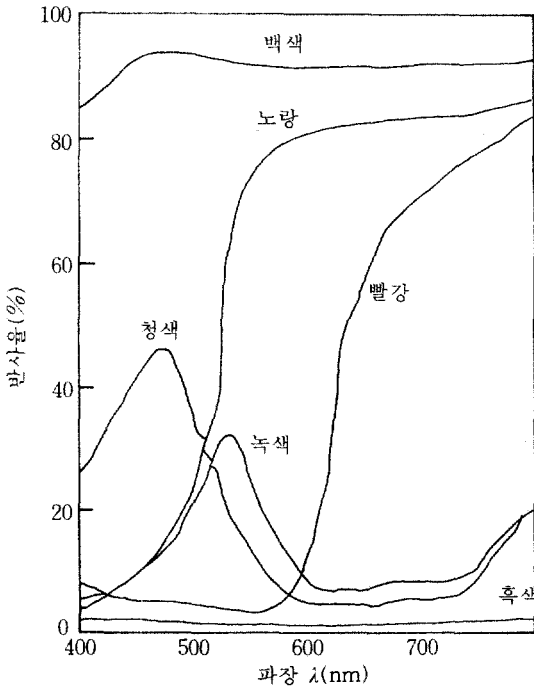


그림 1. 색의 분광 반사율 곡선³⁾

다. 가시광선의 파장 전부를 반사시키는 물질은 백색으로 보이며, 반대로 전량을 흡수하는 물질은 검게 보인다.²⁾

한편 적색, 청색, 황색 등 여러가지 색을 띠는 것은, 이 물질이 그림 1과 같이 특정 파장 영역의 빛을 흡수하기 때문이다. 물질이 빛을 흡수하는 것은, 물질을 구성하고 있는 전자가 빛에너지를 흡수하여 기저(基底)상태의 전자궤도에서 에너지 준위가 높은 궤도로 전이하는 현상 때문이다. 전자가 어떤 파장의 빛을 흡수하는가는 그 전자의 주위상태, 즉 분자의 화학구조에 의해 결정된다^{2,3)}.

2.2 색과 화학구조

물질이 어떤 색을 갖는 것은 전자가 그 원인이나, 다양한 색을 갖는 것은 그 물질의 화학구조와 밀접한 관계가 있다. 색에 관계되는 원자단에는 발색단과 조색단이 있다. 발색단은 C=C, C=O, 벤젠핵 등과 같이 π전자계를 갖는 원자단을 말하고, 조색단은 -NH₂, -NR₂, -CO₂H, -SO₃H, -OH 등과 같이 발색단에 결합하여 심색(深色) 효과와 농색(濃色) 효과를 갖는 원자단이다^{3, 4)}.

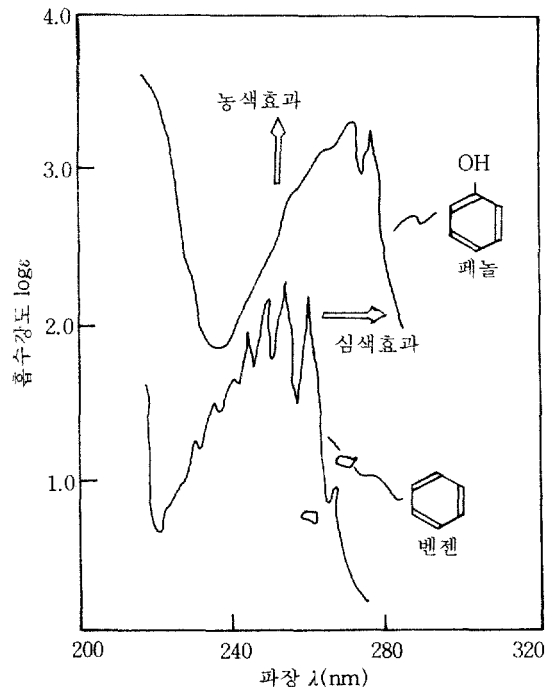


그림 2. 벤젠과 페놀의 자외흡수 스펙트럼³⁾

표 3. 공역 올레핀 최장파장의 흡수극대³⁾

화 합 물	흡수극대(nm)	용 매
에틸렌 (I)	193	증기
1, 3-부타디엔 (II)	217	벤젠
1, 3, 5-헥사트리엔 (III)	274	시크로헥산
β -카로틴 (IV)	520	CS ₂

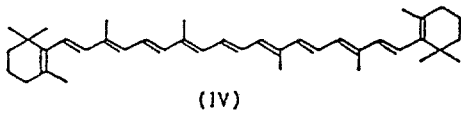
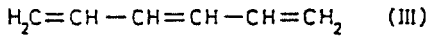
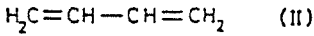
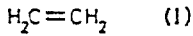


그림 2는 벤젠과 페놀의 자외선 흡수스펙트럼이다. 벤젠(발색단)에 -OH(조색단)가 결합하면, 흡수스펙트럼의 모양이 변화되는 것을 알 수 있다. 또 표 3은 공역올레핀의 최장파장의 흡수극대를 나타내고 있다. C=C 공역계가 증가함에 따라 흡수 확대 파장이 커지게 되고, 11개의 C=C 공역을 갖고 있는 β -카로틴은 가시영역인 520nm에서 흡수극대를 갖고 있다. 사실 β -카로틴은 당근 뿌리에 함유되어 있는 색소군 중의 하나로서 짙은 자색을 띠는 결정이다³⁾.

2. 3 목재의 색과 화학성분

목재 특히 심재의 색조는 수종에 따라 다양하다. 이것은 동일수종이라도 구성성분이 다르다는 것을 나타낸다^{5, 6, 7)}. 목재의 화학성분은 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 및 리그닌의 주성분과 추출성분 및 회분 등으로 구별되며 표 4에 나타난 바와 같이 각 성분의 성질은 대조적이다. 그중 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스는 가시광선을 흡수하지 않으며, 따라서 무색으로서 목재의 색에는 관여하지 않는다^{10, 11)}. 한편 리그닌은 500nm까지의 빛을 흡수할 수 있다고 알려져 있으나, 대부분의 목재는 농색으로서 500nm 이상의 빛을 흡수한다.

추출성분은 양적으로는 적으나, 그 중에 함유되어 있는 성분은 극히 종류가 많고, 또 수종에 따라 그 내용이 다르다. 그러나 수종에 따라서 내용이 다른 추출성분도 식물분류학상의 동일한 과나 속

표 4. 목재의 성분별 성질³⁾

목재의 성분	주성분	부성분
함유량	약 95%	약 5%
존재하는 장소	목재 전체의 세포벽	심재 등의 세포내강
목재의 성질에 기여	주로 역학적 성질에 기여	내구성, 향기, 색 등에 기여
수종적 특성	수종에 보편적임	수종에 특이적임

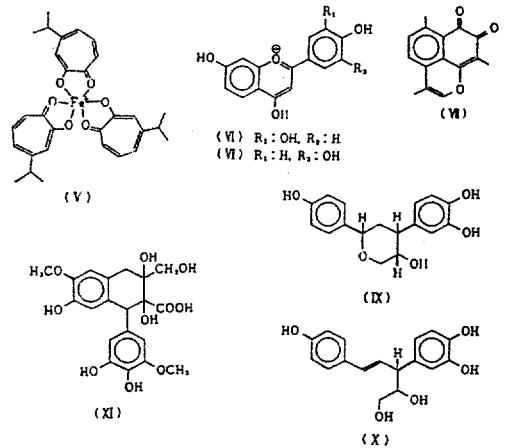


그림 3. 목재중의 농색 색소와 착색전구 물질의 화학구조^{8, 9)}

중에는 공통된 것이 나타나기 때문에 이를 이용하여 식물을 분류하는『화학적 식물분류학(chemotaxonomy)』라는 학문분야도 있다. 추출성분은 수종에 특이적인 목재의 내구성, 향기 등과 더불어 목재의 색조에도 크게 기여하고 있다^{3, 4, 7)}. 일반적으로 심재는 변재보다 농색이며 추출성분의 양도 많다. 심재의 색과 관계가 있는 것으로 여겨지는 페놀류는 심재에 많다. 또, 변재에는 당이 결합된 배당체의 형태로 존재하고, 심재에는 당이 떨어져버린 아글리콘 형태로 존재하는 경우가 많다. 예로서 더글라스퍼의 변재에는 타시포린-3'-글리코시드가 존재하나, 심재에는 이의 아글리콘인 타시포린이 존재한다고 한다³⁾.

목재에서 단리하여 화학구조가 밝혀진 색소는 칼콘(chalcone), 후라본(flavone), 오론(aurone), 쿠마린(coumarin), 스틸벤(stilbene), 키산톤(xanthone)류 등 비교적 담색의 물질이 많다^{3, 12)}. 농색의 색소로서는 대만편백에서 단리한 홍자색의 색소 히노키틴(hinokitin(V))외에, 아프리카산 *Peltogyne porphyrocardia*의 심재 중에 존재하는 안토시아니딘(anthocyanidine)계 색소인 펠

토기니딘(peltogynidine(VI))과 모파니딘(mopani-
nidine(VII)), 만소니아재의 O-naphthoquinone계
색소인 만소논F(mansonone F(VIII)) 등 몇가지
예가 있을 뿐이다⁹⁾.

일반적으로 농색목재의 색에 기여하는 착색성분
은 고분자의 페놀성분으로서, 유기용매에 의하여
추출되지 않는 성분도 함유하고 있다. 이와 같은
고분자 착색성분의 전구물질인 저분자 페놀성분
의 존재가 확인되고 있다^{8, 13, 14)}. 삼나무 심재중에
함유되어 있는 하이드록실스기레지놀(hydroxysy-
ugiresinol(IX))과 세퀴린-C(sequirin-C(X)),
미국삼나무 심재중의 프리카친산(plicatic acid
(XI)) 등은 이의 예이다^{3, 8, 9, 14)}.

2. 4 목재 색의 표시방법

사람의 눈이 식별가능한 색은 450만종이라고
한다¹⁵⁾. 이들은 전부 공모양의 색입체(色立體)로
나타낼 수 있다. 이 색입체는 (그림 4)의 왼편에
나타난 바와 같이 중앙부의 상하에 밝음을 나타내
는 명도축이 관통하고, 여기서 사방으로 유채색
(有彩色)이 뻗어있다. 따라서 축에서 거리가 멀
수록 채도는 높아진다. 폭방향은 색상을 나타낸다
^{15, 16)}.

색을 측정하는 방법은 크게 둘로 나뉜다. 즉 사
람의 눈(視感)에 의한 방법과 기기에 의한 방법이
다. 전자는 표준색표와 비교하는 것으로서, 어디
에서나 간단히 사용할 수 있는 장점이 있고, 후자
는 기계를 사용하는 것으로서 개인 차를 없앨 수
가 있다. 사용기기에는 분광반사율을 측정하는 것

과 자극치(刺戟値)를 바로 읽을 수 있는 것이 있
다. 분광반사율의 측정에는 분광광도계를 사용하
고, 자극치를 읽는 것에는 광전수광기(光電受光
機)와 필터를 조합 시킨 컬러미터를 사용하고 있
다. 여기서 자극치는 빨강, 녹색, 청색의 각각에
감응(感應)하는 시세포(視細胞)의 자극의 정도를
말한다^{2, 15, 16)}.

이들의 표시방법, 바꾸어 말하면 색입체 중의
위치표시를 위하여 여러가지의 표색계가 고안되
어 있다. Munsell 표색계는 색의 3축성을 기준으
로 하는 것으로서, 시각에 의한 측정치를 "색상
H·명도V·채도C"의 형으로 나타낸다. 기기에
의한 표시에는 XYZ 표색계, L a b 표색계, U V
W 표색계 등이 있다. L a b 표색계는 R. S.
Hunter에 의하여 고안된 것으로, 색차계를 사용
측정한다. 색차계는 색의 품질관리에 가장 적합하
여 선진각국에서 널리 사용되고 있다. 이들 표색
계의 측정치는 상호 변환이 가능하다. 기기에 의
한 측정은 상호 용이하게 일정 계산식으로 변환
가능하며, 시각에 의한 것과 기기에 의한 것과의
상호변환도 가능하다는 것이 밝혀지고 있다. L a
b 표색계를 그림으로 나타내면(그림 4)의 우측과
같다. L은 명도이며, a와 b는 크로마틱 지수라 부
른다. a가 (+)이면 적색, (-)이면 녹색을 나타내
고, b가 (+)이면 노랑색, (-)이면 청색을 나타
낸다. 목재의 색은 대개 a와 b가 (+) 수치로 나
타난다^{2, 15, 16)}.

분광광도계를 사용하여 반사율곡선으로 표시하
는 방법은, 색의 표현수단으로서는 우수한 방법이

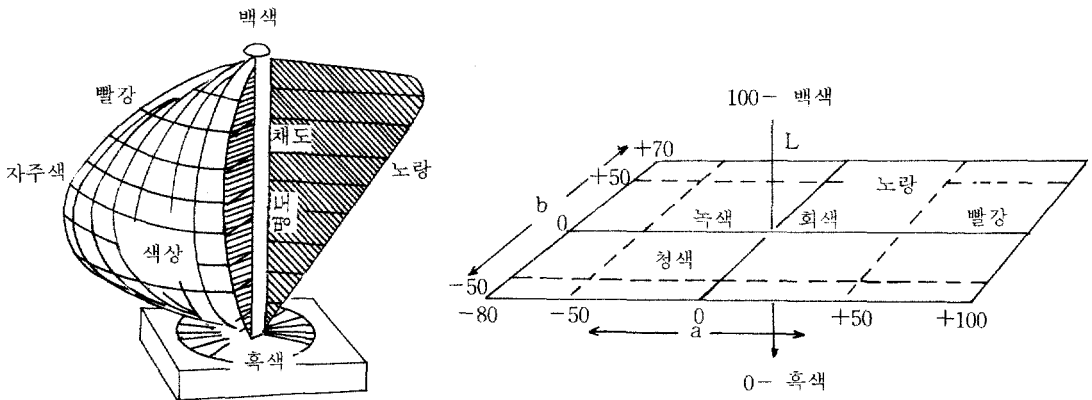


그림 4. 색입체와 L a b 표색계

나, 2종 이상의 색을 서로 빨리 비교하거나 변색도를 계산하는 데는 불편하다. 따라서 일반적으로 이 방법은 잘 사용하지 않는다. 먼셀(Munsell)표색계를 사용하는 방법은, 측정하려는 색을 색상 H, 명도 V, 채도 C의 수치가 부착된 견본책의 색과 비교하여 수치를 읽는다. 어디서나 사용할 수 있는 장점이 있으나, 개인 차와 색표가 시간이 지남에 따른 열화 등의 영향을 받을 가능성이 있다²⁾.

2. 5 변색도 및 백색도의 표시방법

착색(着色)과 표백(漂白)을 하면 목재의 색은 변화한다. 이때 변화되는 비율과 얻어지는 백색도의 비율을 표시하는 방법으로는 다음과 같은 것이 있다. 변색도는 색입체 중에서 변색 전후의 2점간의 거리이다. 따라서 L a b 표색계를 사용하면 다음식으로 계산할 수 있다^{2, 15)}.

$$\Delta Lab = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

여기서 ΔL , Δa , Δb 는 각각 두 점간의 좌표차이다. 또 백색도 W는 순수한 백색인 색입체의 정점과의 거리라고 할 수 있기 때문에 다음 식으로 계산된다.^{2, 15)}

$$W = 100 - [(100-L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2}$$

또 백색도에 관하여는 이 방법 외의 것으로 457nm의 반사율 값을 읽는 방법이 종이관련의 시험법에 채용되고 있다. 순수 백색은 가시광 영역의 과장광을 100% 반사하는 것이나, 불순물이 혼입되면 오염으로 인하여 반사율은 저하된다. 이 저하 비율은 단파장 영역(400~500nm)에서 가장 크기 때문에 이 영역의 과장광을 조사하여 이때의 반사율을 측정, 백색도의 지표로 하고 있다^{2, 15)}.

3. 목재의 변색과 변색방지

목재는 당과 페놀성 물질을 주요 구성성분으로 하는 다공성 유기물 집합체이나, 이들은 생물적·화학적 또는 물리적인 여러가지 원인에 의해 구조의 일부가 변화되거나, 물질을 침착시킨다. 변색은 이러한 변화 결과의 하나로 볼 수 있다. 변색은 대개 벌목 후 오염원과 접촉하므로써 생기는 것이나, 단풍나무의 금조(mineral streak)와 같이¹⁷⁾

¹⁸⁾, 일부는 입목시에도 나타난다.¹⁾ 변색물질은 원래 목재중에 있는 것 이외에도 외부로 부터 들어오는 것도 있다.

3. 1 햇빛에 의한 변색(광변색)

목재는 햇빛이 닿으면 정도의 차이는 있으나 색깔이 변화된다. 이러한 햇빛에 의한 변색은 중후한 미를 증가시킨다는 점에서는 바람직한 경우도 있으나, 맑은 날 옥외에 방치한 화장용 목재중 덮이지 않은 부분이 햇볕에 타거나, 그을러지는 등 광변색은 좋지 않은 현상으로 취급되는 경우가 많다. 창가에 놓여진 신문지의 황변으로 봐서, 광변색은 고수율펄프 제조를 방해하는 하나의 인자가 되기도 한다. 광변색 억제기술로서는 PEG, PEGMA, 세미카바지드 등을 도장전에 처리하거나, 자외선 흡수제가 포함된 도료로 도장하는 방법 등 여러가지가 연구 개발되고 있다^{19, 20, 21)}. 목재의 색이 햇빛에 의하여 변한다는 것은, 목재성분의 구조변화가 일어난다는 것을 의미한다^{6, 22)}.

광변색의 거동은 수종에 따라 다르다. 광조사로 인한 변색을 주요 수종별로 분류하면 다음과 같다^{15, 23)}.

- 농색으로 되는 수종 : 일본 전나무, 참피나무, 가문비나무, 편백나무, 너도밤나무, 주목, 향나무, 낙엽송, 느티나무, 녹나무, 알래스카시다, 스푸루스, 아스펜, 더그러스 피, 북미산편백, 잣나무, 웨스턴레드시다, 웨스턴헴록, 적참나무, 백라왕, 라민, 아가티스, 단풍나무, 음나무
- 농색 후 곧 퇴색되는 수종 : 산뽕나무, 사우리벗나무, 멜라피, 니아토, 사펠, 적라왕, 로즈우드, 파дук, 안테스로즈
- 농색→퇴색→농색으로 변하는 수종 : 삼나무, 편백, 오동나무, 회양목, 황벽나무, 세콰이어(red wood)
- 퇴색하는 수종 : 로즈우드, 인디안로즈
- 퇴색 후 곧 농색으로 되는 수종 : 느릅나무

표 5는 국내외산 주요목재의 수종별 광변색 정도를 나타내며, 태양광에 40시간 폭로 처리한 결과이다. 색차(ΔE)는 태양광 폭로 전후의 색차 값을 나타낸다. 비교적 단시간에 폭로시켰기 때문에 목제품을 만들 경우 초기 광변색이 얼마나 빨리 일어나는가. 즉 광변색의 크기를 나타낸다. 이외의 수종은 문헌을 참고바란다^{24, 25, 26)}.

3. 2 리그닌의 광변색 구조

자외선이나 단파장의 가시광은 화학 결합의 일

표 5. 주요 수종별 광변색^{24, 25, 26)}

수	종 ^{*1}	색차(ΔE)	명도 감소율 Yd(%)	판정 ^{*2}	수	종	색차(ΔE)	명도 감소율 Yd(%)	판정
은행나무		7.9	19.8	S	서어나무		14.1	36.8	S
젓나무		8.9	20.0	S	밤나무		24.9	59.5	S
종비나무		9.3	19.8	S	상수리나무		18.8	49.8	S
독일가문비		1.3	0.8	L	신갈나무		5.3	16.1	M
낙엽송		17.5	43.6	S	느티나무		7.5	23.2	S
갯나무		5.6	14.5	M	귀룽나무		34.6	72.8	S
리기다소나무		6.7	16.3	S	벚나무		21.7	60.4	S
소나무		11.0	28.2	S	아까시나무		10.8	27.7	S
삼나무		7.4	12.9	S	가중나무		19.5	40.3	S
편백		8.8	11.4	S	고로쇠나무		11.9	32.9	S
이태리포플러		11.0	21.5	S	읍나무		5.2	13.5	M
현사시		8.6	20.6	S	층층나무		13.4	35.3	S
버드나무		20.5	44.0	S	들메나무		17.8	41.7	S
중국굴피나무		24.2	56.8	S	오동나무		11.8	17.0	S
가래나무		22.7	60.6	S	Binuang		3.7	3.2	M
거제수나무		2.9	6.0	M	Dillenia		4.2	17.7	M
사스레나무		4.1	13.5	M	Gagil		12.3	37.6	S
박달나무		6.4	21.3	M	Malas		2.4	34.8	S
자작나무		5.4	14.7	M	Manilkara		2.9	4.7	M
물박달나무		11.6	27.9	S	New Guinea walnut		0.7	76.6	S
오리나무		2.1	2.5	L	Terminalia		3.7	2.8	M

*1. 시험편수:5 *2. L:약(ΔE=2.5이하), M:중(ΔE+2.5~6.5), S:강(ΔE=6.5이상)

부를 절단하는데 충분한 에너지를 지니고 있다²⁷⁾. 광변색은 목재가 에너지를 흡수하고 그 에너지가 재색의 변화와 더불어 화학반응을 일으켜 생긴 현상으로 여겨진다. 목재중의 광흡수 구조로서는, π 전자, n 전자를 지닌 것이 기본이며, 방향환, 카르보닐기, 탄소-탄소 이중구조 등을 고려할 수가 있다. 지상에 도달한 태양광의 파장은 300nm 이상으로서, 목재의 3대 성분 중에는 이러한 구조를 지닌 리그닌이 광변색에 크게 기여하고 있다고 여겨진다^{15, 22, 27, 28, 29)}.

광변색의 메카니즘 연구는 리그닌 모델물질을 사용하여 약 20여년 전부터 시작되었고^{3, 29, 30)}, 적어도 리그닌의 광변색은 초기반응이 크다는 점이 밝혀졌다¹⁵⁾. 즉 먼저 기본골격인 페닐프로판의 측쇄에 있는 카르보닐기 또는 방향환의 공역 이중결합이 빛에너지를 흡수하며, 흡수된 에너지는 공기중의 산소와 반응한다^{24, 28, 31)}. 에너지를 얻은 산소(¹O₂)는 페놀성 수산기에서 수소를 빼앗아 페녹시 라디칼을 생성한다. 이 라디칼은 부대전자를 분자내로 이동하여 탈메틸화와 측쇄의 이탈반응으로 퀴논을 생성한다. 퀴논으로부터는 종합 착색물질이 만들어진다. ¹O₂는 먼저 언급한 이중결합에 부가되어 이를 분해하여 방향족 알데하이드

와 지방족 알데하이드로 만드는 역할도 한다. 새로이 만들어진 신생 방향족 알데하이드는 새로운 ¹O₂의 공급원이 된다. 이를 종합하면 그림 5와 같다^{15, 31)}.

α-카르보닐-β-아릴에텔형 구조의 사랑체 모델화합물의 광조사 시험 결과, 빛 증감반응에 의한 착색구조의 생성은 β위치의 아릴에텔의 개열로 생성된 페녹시 라디칼이 산소에 의하여 산화되는 경로가 중요하다고 추측되고 있다. 또 같은 구조의 이량체 시험결과, 분자내에서 β-C-O 결합이 해리되어 페녹시 라디칼과 구아리아록시 라디칼을 생성하는 것이 광분해의 주요 경로라 할 수 있다. 최근 ¹O₂의 역할 중 아포시놀(apocynol) (1-[4-OH-3-OCH₃-페닐]에탄올)을 여과지에 침투시켜 ¹O₂중에 방치하여도 백색도 저하는 적다는 사실이 밝혀졌다. 과산화수소로 표백시킨 펄프는 광조사에 의하여 원래의 색으로 변한다. 이러한 색 되돌림원인의 하나는 표백처리에 의하여 파라카르보닐페놀에서 변색전구 물질인 하이드록시 퀴논이 생성되기 때문으로 추측되고 있다^{13, 27, 31)}.

목재에는 3대 주성분 외에 양적으로는 적으나, 추출성분이라 불리우는 용제 가용물질이 있다. 이

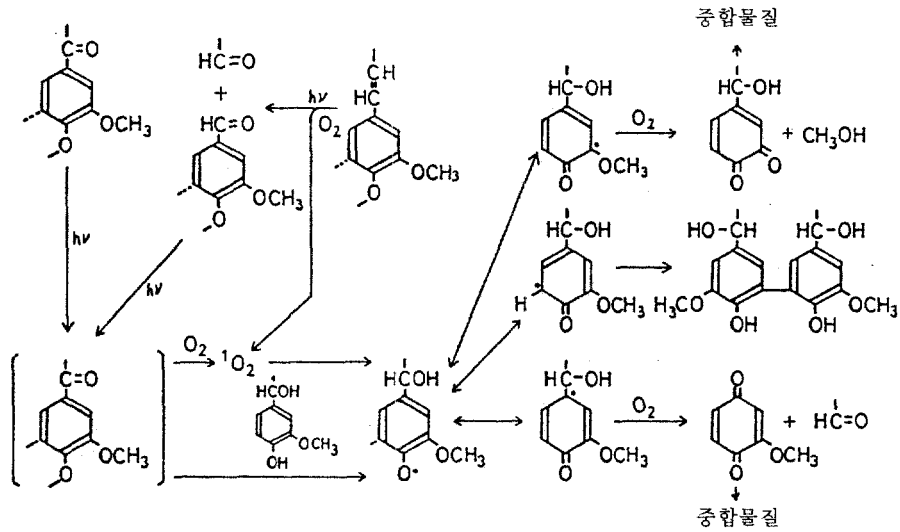


그림 5. 리그닌의 광변색 구조^{15, 27, 31)}

와 같은 물질 중에는 리그닌과 유사한 광흡수기를 지닌 것이 있어 광변색에 크게 관여하는 물질이 있다^{32, 33)}. 또 용제에는 용해되지 않는 물질중 역시 같은 정도로 변색에 크게 관여하는 특수성분도 있다^{15,31,33)}.

3. 3 금속에 의한 변색

나무울타리의 못친 부위를 보면 그 주위가 검다. 이것은 목재의 페놀성분과 못의 철이온이 반응하여 흑색의 착화합물을 만들기 때문으로, 철오염이라 부른다. 신갈나무 생재를 만진 후 철제기구를 만지면 손이 까맣게 되고, 삼나무 슬라이스 단판에 칼날의 이가 빠진 부분이 흑색반점으로 나타나고, 열압한 합판의 표면에 프레스반의 검은 흔적이 생기는 것도 동일한 원인이다. 철이외에 동(銅)도 유사한 현상을 나타낸다^{15, 34, 35)}. 철오염이 일어나는 조건으로서는 ①철성분의 존재, ②타닌 등 페놀성분의 존재, ③목재의 pH가 중요한 역할을 하나, 그 외에도 공기, 햇빛, 온도, 압력, 시간 등의 환경요인에 의하여도 영향을 받는다^{34, 35)}.

금속과 건조상태의 목재가 접촉할 경우에는 오염이 생기지 않는다. 금속이 이온화하여 물에 용해되어, 페놀성분과 반응함으로써 초기오염이 나타난다. 철오염과 동오염 모두 타닌함량이 많은 수종이 강하게 나타난다. 오염을 생성시키는 철이온의 최소량은 수종에 따라 다르나, 오염을 만들기 쉬운 신갈나무의 경우에는 0.8mg/m²가 침착

되면 육안으로 식별 가능한 오염이 나타난다. 철오염은 극미량의 철함량으로도 강한 오염을 만들기 때문에, 변색을 일으키는 주요원인의 하나가 된다^{34, 35)}.

철오염을 예방하기 위하여는 철과 목재의 접촉을 가능한 한 피하는 것이 좋으며, 옥외에서 사용되는 목재에는 색칠한 못을 사용하고, 생단판을 인공건조 시킬 경우에는 열풍온도를 높여 단시간에 낮은 함수율 상태로 해야 하며, 슬라이스 단판을 천연건조 시키기 위해 실내에서 매어 달 경우에는 대나무 등에 걸치도록 하고, 열압접촉할 경우에는 프레스반과의 사이에 알루미늄판 또는 듀랄루민판을 끼우는 등의 방법이 있다^{15, 35)}.

3. 4 산소 및 열에 의한 변색

로타리슬라이서로 절삭한 피나무단판에 칼날의 이빠진 흔적이 황색의 줄로 나타나는 경우가 있다. 오렌지 스테인이라 불리는 이 현상은 목재 중의 페놀성 물질이 폴리페놀옥시다제의 작용으로 산화되어 착색물질로 변화하는 것으로 여겨지고 있다. 생재를 인공건조하면 표면이 갈색 또는 황색으로 변하는 경우가 있다³⁶⁾. 이 변색의 원인으로서는 앞서 언급한 산화효소 이외에 열의 작용으로 인한 페놀성 물질의 산화, 헤미셀룰로오스의 가수분해, 수분증발에 따른 수용성 물질이 표면으로 이동하여 쌓이는 것 등을 들 수 있다. 변색이 일어나는 온도는 일반적으로 활엽수가 침엽수보

다 낮다.

이의 예방법으로서는, 효소의 작용을 억제시키는 것을 들 수 있다. 피나무 단판의 경우는 절삭 후 온수에 침지하던가, 건조기로 가열건조하는 것이 좋다. 인공건조의 경우는 요소, 아황산소다, 아스코르빈산, 인산, 탄산소다 등의 효소실활제와 환원제, pH 조정제 등의 용액을 미리 처리하는 방법이 있다. 벌목 후는 신속히 건조시켜 착색의 한 원인이 되는 당의 분해와 아미노산의 생성을 억제시키거나, 건조시 풍속을 높여 습기가 높지 않도록 하거나, 가능한 한 저온에서 건조시키는 것도 효과가 있다. 그 밖에 수중에 따라서는 물이나 유기용제로 추출하여 변색의 주원인 물질을 제거하는 경우도 있다¹¹⁾.

3. 5 미생물에 의한 변색

방금 제재한 목재를 방치하여 하루 밤이 지나면, 붉은색 또는 흑색의 반점이 재면에 나타나는 경우가 있다. 이것은 불완전 균류인 곰팡이가 표면에 번식하기 때문이다. 목재를 변색시키는 균으로서의 이외에 청변을 유발시키는 자낭균류, 저목종 목구로부터 침입하여 초기 변색부후를 유발하는 담자균류가 있다.

이를 방지하는 데는 미생물의 번식에 필요한 물, 공기, 열, 산소 중의 하나를 단절시키거나, 생육억제 물질을 처리하는 등의 방법이 있다. 구체적인 방법으로는 저온저장, 인공건조, 수중 저목, 무색의 방부방충제 도포, 자외선 램프에 의한 살균 등을 들 수 있다^{15, 23, 36)}.

3. 6 산 또는 알칼리에 의한 변색

아미노알키드 도료와 목공용 요소수지의 경화에는 강산을 사용한다. 이로 인해 수중에 따라 재면과 접착층이 붉게 변하는 경우가 있다. 이러한 오염의 예방법으로서, 경화제의 첨가량을 최소한으로 억제하거나 열을 가하여 경화를 촉진하거나, 미리 목재를 온수추출하여 변색원인 물질을 제거하는 방법을 들 수 있다^{23, 34, 35)}.

콘크리트 기초위에 아스팔트를 도포하여 마루판을 접착하는 경우, 콘크리트의 알칼리성분이 목재의 표면까지 스며 올라와 암갈색의 오염을 일으키는 경우가 있다. 이러한 알칼리 오염은 시멘트 판에 접착된 화장단판이나, α -올레핀 수지를 사용하는 제품에도 나타나는 경우가 있다. 예방법으로서는 알칼리억제 실러의 도포, 접착제 도포량의

절감 등을 들 수 있다.

산오염과 알칼리오염의 원인은 산 또는 알칼리와 목재중의 페놀성물질과의 반응에 의한 것으로 여겨진다. 이 외에 비닐우레탄수지 접착제를 이용하는 경우에도 회갈색의 오염을 일으키는 경우가 있다. 이것은 경화제의 이소시아네이트와 목재중의 페놀성 물질과의 반응에 기인한다³⁶⁾.

4. 목재의 염색과 착색

4. 1 목재착색의 개요

목재의 착색에는 천연 화장재의 색을 목적하는 경우와, 임의의 색채를 목적하는 경우가 있다. 목재의 착색법을 구별하면 착색제의 종류에 따라 염색(목재표면, 목재내부), 안료착색(목재표면), 화학착색(목재표면, 목재내부)으로 나누어지며, 또 소지착색, 목리착색, 도막착색의 3가지로도 구분할 수 있다.

목재착색에 바람직한 조건으로서는³⁷⁾,

- (1) 투명성이 높고, 나무질감을 상실하지 않을 것
- (2) 내광성이 우수할 것
- (3) 착색 얼룩이 없을 것
- (4) 목재 내부까지 착색 가능할 것
- (5) 착색 후의 공정에 나쁜영향이 없을 것(건조, 접착, 변색, 변짐 등)
- (6) 작업성이 좋을 것
- (7) 저렴한 것 등을 열거 할 수 있다.

내광성에 대하여는 염색보다 안료착색이 우수하다. 그러나 투명성과 목재내부 착색을 위하여는 염색이 적당하다. 목재내부까지의 염색은 매우 중요한 문제로 되고 있어, 주로 목재염색에 관하여 기술한다. 염색목재에는 염색판재와 염색단판, 적층염색단판, 적층염색목재 등이 포함된다. 제품으로서는 가구, 마루판, 천정판, 벽판재 등의 내장용 화장재, 연필의 축, 그 외에 칼자루, 완구, 악기용품 등으로 사용가능하며 일부 실용화되고 있다.

목재표면의 염색방법은, 스프레이법, 도포법, 침지법, 기타 날염법 등이 있으나, 목적하는 제품에 따라 다양각색으로 적용되고 있다¹¹⁾. 목재내부의 염색방법으로는, 침지법, 감압주입법, 감압가압 주입법, 기타 냉온욕법이나, 입목염색법 등이 있다. 전처리로서 표백 또는 목재표면의 염색법 개선방법 등이 연구되고 있다^{38, 39)}.

표 6. 목재 구성성분의 염색성⁴³⁾

염료 (CI No.)	직접염료 Direct Green 63	산성염료 Acid Blue 117	염기성염료 Basic Blue 9
리그닌	×	○	○
셀룰로오스	○	×	△
헤미셀룰로오스	△	×	○

* 양호 : ○, 보통 : △, 불량 : ×

4. 2 목재의 염색 특성

목재는 비교적 단순한 화학성분으로 구성된 목면이나 견사 등과는 달리, 리그닌, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스의 주성분과 추출성분을 함유하기 때문에, 각각 성질이 다른 고분자 화합물의 집합체이며, 또 침엽수와 활엽수는 조직구조가 다르다. 따라서 목재의 염색은 단순하지 않다. 때문에 목재염색은 각각의 목적에 알맞는 방법을 선택하여야 한다. 여기서는 목재염색에 필요한 기본적인 점과 주의할 점을 주로 설명코져 한다.

목재 구성성분의 염색성은 (표 6)과 같이 염료의 속성에 따라 염색성이 다르다^{38, 40)}. 또 목재의 염색성은 앞서 설명한 바와 같이 수종에 따라 다를 뿐만 아니라, 동일수종이라도 각 구조조직이 다르기 때문에, 염료의 속성에 따라 염색성이 다르다. 변재는 심재보다 침투성이 좋기 때문에 내부까지 염색하기가 용이하다. 심변재 혼합재를 심재색으로 염색할 때에는 이런 성질을 이용한다. 이상재는 염색하기 어렵다^{41, 42)}.

목재의 아름다움은 목리에 있다고 말할 수 있다. 그러나 색조만으로는 귀중재의 느낌을 나타내기란 곤란하고, 원재료의 목리가 양호할 수록 제품가치가 높아진다. 따라서 귀중재의 재색으로 만드는 데에는 동일수종의 변재를 사용하는 것이 가장 좋다⁴³⁾. 목재의 귀중이라 불리우는 수입 흑호도나무 변재를 심재색으로 염색하는 방법이 그 좋은 예이다⁴⁴⁾. 그 다음은 유사한 수종을 이용하는 것이 좋다. 예로서 가래나무를 흑호도나무의 재색으로 염색시키는 경우이다. 또 염색전의 재색은 목적하는 색보다 담색이어야 한다. 이를 위하여 표백을 하는 경우도 있다. 이의 예로서는 가격이 싼 적라왕재를 표백시킨 후 조색작업에 들어가면, 값이 상대적으로 비싼 백라왕재를 대체하는 공정이 국내 기업에서도 이용되고 있다. 이의 경제적 효과는 극히 막대하다.

목재내부까지 염색할 경우, 목재의 내부까지 염료 용액이 침투가능한 통로를 지닌 조직구조가 절

대적인 조건이다⁴¹⁾. 이것은 수종 선택이 매우 중요함을 의미한다. 추출처리 또는 목재 표면의 활성화 처리로서, 카이토산처리, 트리메칠암모늄기 도입에 의한 염색성의 개선, 플라즈마처리에 의한 날염법 등이 연구되고 있다^{38, 45, 46)}.

목재용 염료는 주로 섬유용 염료를 사용하고 있다. 목재용 염료의 선정 조건으로서는 색, 내광성, 염색균일성, 침투성, 상용성 등이 양호하고, 염료 용액이 가능한 한 중성인 것이 좋으나, 대개 산성 염료가 침투성이 양호한 편이다^{42, 47, 48, 49)}. 염색된 목재는 염색되지 않는 원래의 목재보다 내광성이 약하다. 때문에 내광성 향상을 위하여 자외선 차단 도료의 도장이나, 염색 전처리 방법 등이 연구되고 있다^{38, 41, 45, 46, 50, 51)}.

4. 3 색 맞추기(color matching)

칼라매칭 방법은 염색 등 하나의 공정으로 할 경우와, 표백후 착색, 탈색후 엠보싱가공하여 착색하는 등의 몇 가지를 조합하는 경우가 있다. 목리의 도출도 목재의 경우에는 유리하며, 목재의 재질감을 상실하지 않는다. 또 착색 후 표면절삭을 가능하게 하기 위하여 종래의 목재 표면처리법이 외에 목재 내부까지 염색시키는 방법이 필요하게 되었다.

칼라매칭 작업에는 ①목적하는 색의 설정, ②착색제(염료)의 선정, ③착색제(염료) 배합, ④수종에 따라 염색성이 다르기 때문에, 실제 사용할 목재의 여러가지 조건, 즉 착색제 농도, 착색 온도, 시간 등을 설정하여 조색시킬 샘플을 조제한다. 목재 내부까지 염색할 경우에는 염색 가능한 목재인지, 즉 염료용액이 목재내부까지 침투 가능한 통로를 지닌 목재인지 확인하고, 염색한 후에는 표면을 절삭하여 샘플을 보관한다. ⑤색의 미세조정, ⑥목적하는 색인지 확인하는 등의 6단계가 있다. 만들어진 샘플은 미사용분과 함께 잘 보관하여 다음 조색시 활용한다^{2, 39)}.

색을 배합할 경우에는,

- (1) 분광반사율에 의한 칼라매칭 (spectral matching)
- (2) 조건 등색에 의한 칼라매칭 (conditional matching, metameric matching)의 2가지 방법이 있다^{2, 15)}.

칼라매칭은 건본의 색과 염색된 색의 분광반사율 곡선이 일치하도록 하는 “분광반사율”에 의한 칼라매칭이 좋으나, 일반적으로 “조건 등색에 의

이 변함에 따라 견본과 시료는 다른 색으로 보인다. 그러나 분광반사율 곡선이 동일할 경우에는, 어떤 경우에도 한가지 색으로 나타난다^{2, 15)}.

4. 4 염료의 침투와 확산

염료용액의 목재내부 침투는 3가지 인자에 의하여 결정된다. 즉 목재의 미세구조, 염료분자의 구조 및 염료용액과 목재와의 상호작용이다. 이들 중 염료용액과 목재와의 상호작용에 대해서는 ① 목재-용매 ② 용매-염료 및 ③ 염료-목재라는 3가지의 상호작용(그림 6)을 고려하여야 한다. 염료의 선택적 흡착이 너무 강하면 목재표면은 극히 염색이 잘되나, 목재의 내부에는 용매만 침투한다(그림 7). 또 선택적 흡착의 정도가 다른 염료를 배합하면 크로마토그램과 같이 색이 구별되어 착색된다^{39, 52)}. 그런데 목재와 염료는 고정하고 물을 에탄올로 대체할 경우와 같이, 용매를 바꾸므로써 염료의 선택적 흡착을 약하게 만들면 염료는 목재 내부에 침투하기 용이하게 된다. 이때 ③은 불변인 채로 ①과 ②가 변하게 된다³⁹⁾. 즉 목재, 염료, 용매 중 어느하나가 바뀌어 지면 염료의 침투조건은 변하게 된다.

4. 5 목재내부 염색의 특징

목재내부 염색의 장점은, 목재의 질감이 살아있고, 목리가 한층 아름답게 표현됨과 아울러, 염색 후 마무리 가공이 가능하다. 또 얼룩이 없는 착색이 가능하고, 대량생산이 가능하며, 조립식 가구에도 사용이 가능하다. 공정도 비교적 간단하

한 칼러매칭" 방법이 사용된다. 이 방법은 일정 조건하에서 견본과 시료가 같은 색으로 보이도록 색 맞추기를 하는 방법으로서, 대개의 경우 분광반사율 곡선은 잘 일치되지 않는다. 따라서 광원며, 제품제작중 또는 제품사용 중에 바탕이 드러나는 문제가 없어, 적층염색단판, 적층염색목재의 제조가 가능하다. 쪽매불임, 모자이크 등 각종 마루판, 벽판재의 제조 및 상감(象嵌)등의 정밀가공작업이 가능한 특성을 지니고 있다. 앞으로 목재내부 염색은 다양한 색조와 문양개발이 가능하기 때문에 가구, 공예, 실내장식 등 고부가가치의 목제품 개발에 응용될 것으로 믿어 의심치 않는다^{39, 49, 52, 53)}.

4. 6 약품 착색

목재의 약품착색 기술은 일반 '화공약품'을 처리하여 목재성분과 반응시켜, 발색(發色) 시키는 기술이다. 목재내부의 침투성과 가격, 내광성, 반응후의 재색 등을 고려하여 황산제일철, 염화제이철, 과망간산카리, 중크롬산카리, 암모니아 등 저분자의 무기화합물이 주로 이용되고 있다^{11, 37, 54, 55)}.

약품착색은 염색과는 달리, 수중에 따라 약품착색에 관하여는 성분과 구조 및 반응의 양상이 다르기 때문에 동일약품을 사용하여도 수종간에 나타나는 색상이 전혀 다르게 나타난다^{54, 56)}. 염료와 안료에 비하여 암색계통을 띄는 경우가 많고, 목재성분과 반응하기 때문에 정색(形色)물질이 많은 추재가 농색으로, 춘재는 담색이 되기 때문에

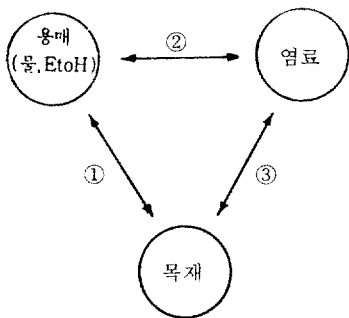
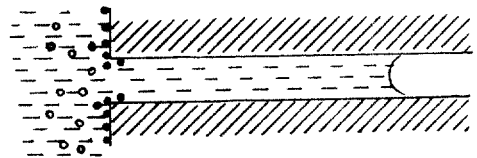
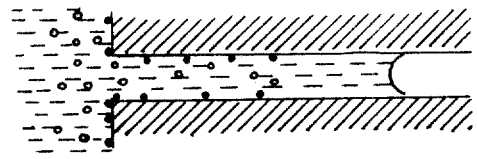


그림 6. 목재와 염료용액의 상호작용³⁹⁾

㉠ 선택적 흡착이 강한 경우



㉡ 선택적 흡착이 약한 경우



○ : 염료 ● : 염착된 염료 - : 용매(주료물)

그림 7. 목재중에 침투하는 염료의 선택적 흡착³⁹⁾

표 7. 약품 착색에 의한 수종별 착색^{49, 57)}

수종별	무처리	황산제일철		염화제이철		중크롬산카리		과망간산카리		로그우드	
		20℃	90℃	20℃	90℃	20℃	90℃	20℃	90℃	20℃	90℃
현삼	시무동	微白	黃白	茶灰	黃茶	黃白	黃白	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
나	무동	黃灰	黑紺	黑紺	黑紺	黃茶	黃茶	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
오	작	白灰	黃紺	黃紺	黃茶	紫黑	紫黑	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
자	무	白灰	白灰	淡茶	黃茶	淡茶	茶色	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
피	무	白灰	綠茶	青灰	黃茶	茶灰	淡茶	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
단	풍	黃紺	黑紺	黑紺	茶色	紫茶	淡茶	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
물	레	黃白	青灰	青灰	黃茶	茶灰	茶灰	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
느	래	茶灰	淡茶	白灰	黃茶	茶灰	淡茶	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
가	츄	茶灰	茶灰	白灰	黃茶	茶灰	淡茶	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
충	름	茶灰	茶灰	白灰	黃茶	茶灰	淡茶	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
다	중	黑紺	黑紺	黑紺	黑紺	黑紺	黑紺	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
가	중	黃白	黃灰	黃白	黃茶	黃白	黃白	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
참	매	紫茶	黑紺	黑紺	黑紺	紫茶	黑紺	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺
들	매	白灰	茶灰	白灰	茶色	白灰	茶灰	黑茶	黑茶	黃茶	黃紺

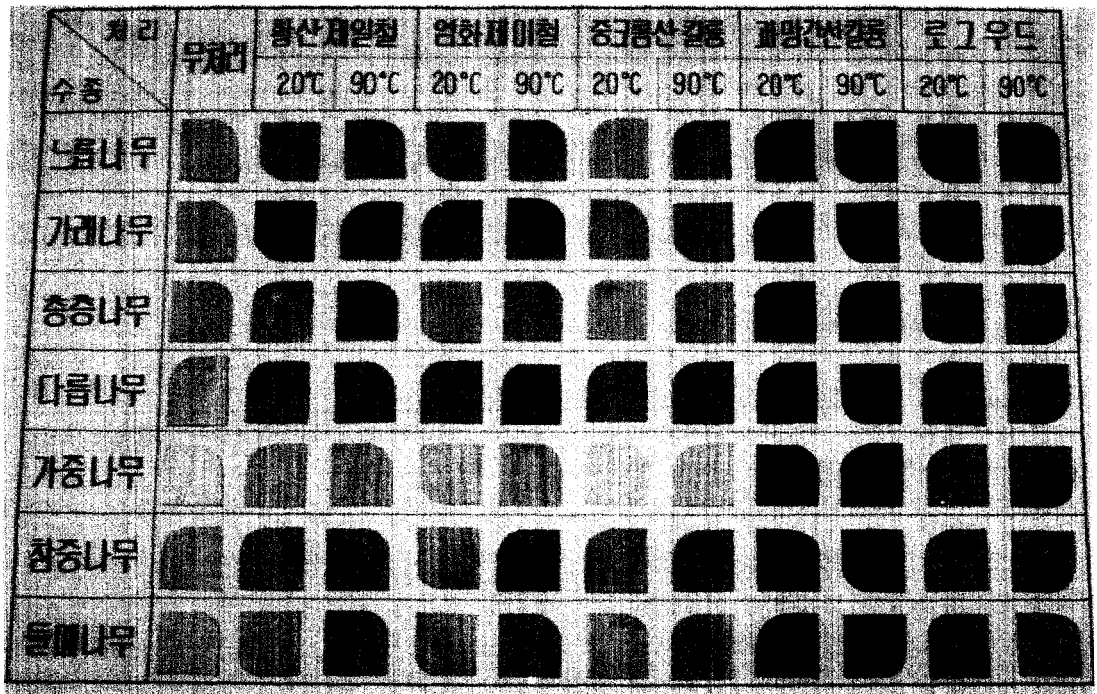


사진 1. 약품 착색에 의한 수종별 착색⁵⁷⁾

약품의 사용량을 조절하여 색의 농담 차이를 강조 하면 연륜 부가효과를 얻을 수 있다. 약품착색은 염색과 달리 색을 자유자재로 조정 할 수는 없으나, 착색된 색조가 깊고 내광성이 양호한 장점을 지니고 있다. 이외에도 염료에 비하여 가격이 저렴한 것도 큰 장점의 하나이다. 화학반응을 하기

때문에 처리온도와 시간의 영향이 크며, 착색 최종점을 결정하기가 어려운 특징이 있다. 따라서 동일재면의 색상을 통일 시키는 데는 적당하지 않다. 약품착색에 사용되는 약제는 반응활성이 높은 것이 많아 착색 후 세척 또는 중화제를 도포하여 2차 가공시 장애가 일어나지 않도록 주의하여야

한다. 특히 자작나무를 과망간산칼리 용액으로 처리하면 흑단과 유사한 재색을 얻을 수 있다^{11, 37, 54, 55, 57)}. (표 7) 및 (사진 1)

5. 목재의 표백기술

5. 1 의의

목재의 색맞추기의 하나인 표백은, 농색의 목재를 담색으로 만들어 명도를 향상시키는 화학처리로서, 착색과 더불어 목재의 용도에 맞는 색조로 유도하는 중요한 기술이다. 목재 제품은 다양한 수종으로 만들어 지고 있기 때문에 요구되는 표백의 정도와 그 양상은 제각기 다르다.

목재의 표백·탈색 작용을 하는 약제의 발굴과, 제각기 목적하는 표백색조를 얻기 위하여 활성화와 억제화 조제(助劑)의 개발 및 적정 처리조건(pH, 처리온도, 침투성 향상, 처리후의 잔류 표백제 제거 등)의 파악이 연구되어 나뉘는 대로의 성과를 올리고 있다. 그러나 약품을 사용하는 표백이나 변색방지 처리는 목재성분과 약품의 화학반응에 근거하기 때문에 추출성분에 관련되는 수종의 특장을 무시하고는 목재조색의 연구개발은 곤란하다. 다시 말하면 재색에 관여하는 수종 고유의 색을 규정하는 추출성분, 특히 그 수종에 함유되어 있는 페놀성화합물의 화학적 성질과, 표백제 및 각종의 오염 탈색제와의 화학 반응성을 고려하여 그 수종에 가장 적합한 표백과 탈색 및 변색방지 기술을 찾을 필요가 있다^{4, 58, 59, 60)}. 예로서 철오염의 색은 일반적으로 청흑색이나, 파독이란 목재는 자주빛의 제비꽃색(자색의 짙은 보라빛)을 띤다. 파독에는 산다린이 함유되어 있어 철과 산다린의 착염은 제비꽃색을 나타낸다. 아스코르빈산으로 낙엽송재를 처리하면 양호한 탈색작용과 광변색 억제 효과가 인정되나, 수종에 따라서는 시간이 지나면 붉은색으로 착색되는 경우가 있다³²⁾. 이것은 아스코르빈산의 아미노 카보닐 반응에 의한 착색이라 여겨진다. 대개 표백제로 사용되는 알칼리성 과산화수소를 대만산 삼나무에 처리하면 황색이 된다. 이러한 것은 추출성분과 알칼리성 과산화수소의 산화에 의하여 착색물질이 생성되기 때문으로 여겨진다. 따라서 아염소산소다로 처리하면 황색화가 일어나지 않고 표백된다. 이와 같이 수종에 따라 추출성분인 화학물질이 다르기 때문에 수종이 변하면 화학반응도 달라진다^{11, 43)}. 때문에 표백이 아니라 착색이 되기도 한다. 발생

하는 각종의 오염과 변색도 수종에 따라 특이성이 인정된다^{4, 55)}.

5. 2 표백과 탈색의 구체적인 사례

목재의 표백·탈색은 재색을 균일화 하거나, 심변재 색조통일을 위한 도장 전처리로서 주로 이용되며, 또 목재를 완전 백색으로 탈색시켜, 목리가 나타나는 백목(白木)가구 등에 응용된다. 그 이외에도 색상이 농색 또는 암색인 목재를 담색으로, 변색된 재색을 건전재색으로 만들거나, 변색 오염부분을 제거하는 데 이용되고 있다. 이의 구체적인 사례를 열거하면 다음과 같다.

- (1) 삼나무 불량색재(흑심) : 건구, 천정용 단판
- (2) 세콰이어(암색재의 탈색) : 화장단판
- (3) 웨스틴레드시다(암색화방지, 명색화) : 건구, 천정용 단판
- (4) 스푸루스(명색화) : 기타, 바이올린
- (5) 더글러스피어(광변색, 적변방지) : 마루판용 단판, 집성재용 화장단판
- (6) 낙엽송(광변색, 적변방지) : 벽판재, 마루판
- (7) 오동나무(변색제거 및 방지) : 장농, 나막신, 소목, 공예품
- (8) 참나무(철 오염 제거, 명색화) : 가구, 마루판
- (9) 너도밤나무(심변재 색조통일) : 가구, 공예품
- (10) 타모(암색재의 명색화) : 운동구, 매트
- (11) 층층나무(완전 백색화) : 인형, 목각
- (12) 굴피, 편백, 삼나무 등(명색화) : 나무젓가락, 이쑤시개
- (13) 단풍나무(완전백색화→착색 전처리) : 고급가구용 화장단판
- (14) 월넛, 마호가니(완전백색화→착색전처리) : 고급가구
- (15) wenge, Indian rosewood(농색재→명색화) : 고급가구
- (16) 벚나무, 주목, 파독(광변색→고유 재 색유지) : 고급가구, 염주, 고급공예품
- (17) 대나무, 버드나무 등의 표백·탈색이 이루어지고 있다.

5. 3 표백 및 탈색제의 선정과 사용법

표백은 산화 또는 환원반응을 응용한 것으로서,

표 8. 목재의 표백·탈색제^{59, 60)}

산화표백제	무기염소계, 유기염소계, 무기산화물계, 유기과산화물계
환원표백제	수소화합물, 함질소화합물, 무기유황화합물, 유기황화합물, 산성계
기 타	PEG, PEGMA, 초산, 불화수소산

표백에는 산화제 또는 환원제가 사용된다. 목재의 표백은 목재성분 중의 발색단 또는 조색단에 관계되는 구조를 파괴·변성시키므로서 달성된다. 따라서 공역 이중결합 등의 발색단을 절단하거나 조색단의 수산기를 봉쇄시키는 산화성, 환원성, 메틸화성, 아세틸화성 약제를 처리하면 다소의 차이는 있으나, 표백 탈색작용을 나타내게 된다. 현재까지 알려져 있는 목재에 대한 표백·탈색 능력을 갖는 약제는 표 8과 같다^{59, 60)}. 처리방법은 도포법, 침지법, 가열가압법 및 기상법이 있다.

이상적인 목재의 표백·탈색제는 약한 조건에서 착색에 관여하는 화학구조만 선택적으로 공격, 탈색효과를 높이는 것으로, 탈색시킨 재색이 수종본래의 우량재색에 가깝고, 경제적이며 사용하기 용이한 약품이라 할 수 있다. 그러나 하나의 약품으로 이러한 조건을 만족시키는 예로서는, 철오염 제거에 옛 부터 사용되고 있는 수산이 있지만, 이 약품은 후처리를 잘 못하면 2차적인 산오염을 일으키는 경우가 있다. 수산은 철오염의 원인이 되고 있는 타닌과 철의 착화합물(청흑색)을 분해시켜 무색으로 만드는 능력이 다른 산에 비하여 뛰어나기 때문이다.

또 다소 고가이나 수소화붕소나트륨의 선택적 환원성을 이용할 수 있다. 수소화붕소나트륨은 알데하이드, 케톤, 퀴논類, C=C 결합의 카보닐기 및 이중결합 등을 환원하는 능력을 갖고 있다. MWL(마쇄 리그닌)의 α-CO를 수소화붕소나트륨으로 환원시키면, 광변색이 1/4로 감소되며, 더우기 고리 공역이중결합을 촉매로 수소첨가 반응시키면 전혀 변색되지 않음이 밝혀졌다²⁷⁾. 즉 리그닌 중의 발색단을 완전히 파괴하는 일종의 완전표백법이다. 실용상 처리로는 불가능 하나, 수소화붕소나트륨의 환원력은 아2티온산나트륨의 환원력에 비하여 강력하다³¹⁾. 펄프 리그닌에 존재하는 카보닐기와 표백과정에서 생긴 카보닐기 및 과산화물은 펄프의 색상 안정에 악영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 수소화붕소나트륨에 의한 후처

리가 산화표백 처리 시에도 후처리로서 효과를 발휘한다고 여겨진다²⁷⁾. 즉 과산화수소 또는 아염소산 표백 후 과잉의 약제로 인한 분해와 백색도 향상, 내광성 부여, 우레탄 도료 등의 황변방지에 효과가 있다고 알려져 있다⁶¹⁾.

그러나 현재 목재표백에 주로 사용되고 있는 약제는 과산화수소와 아염소산나트륨이다^{15, 43, 61, 62, 63)}. 과산화수소와 아염소산나트륨은 그 자체의 표백력은 약하나, 과산화수소는 알칼리성(최적 pH 10정도), 아염소산나트륨은 산성(최적 pH 4정도)으로 조정하면, 표백력이 크게 증대된다. 과산화수소는 무색 무취이기 때문에 인체에 해가 적어 다른 약제보다 널리 사용되고 있다. 목재의 표백용 활성화 조제로서는 여러가지가 알려져 있다^{43, 56)}.

한편 환원제인 하이드라진 수화물, 아황산염류 등의 수용액은 약 80℃로 온도를 올리면, 환원표백을 발휘한다. 표백제를 사용할 때에는 적절한 온도, pH, 농도의 설정과 관리가 중요하다. 즉 약제의 활성화가 필요 하지만, 너무 강하게 활성화시키면 표백에 기여하지 않는 무효분해가 극심하게 되고, 표백제의 손실 뿐만 아니라 목재의 열화를 일으키는 원인이 된다. 따라서 억제화 시킬 필요도 있다³⁷⁾.

5. 4 각종 오염의 제거 방법

5. 4. 1 철오염의 제거

철오염의 발생은 수분의 존재하에 목재가 철성분과 접촉하므로서, 타닌이나 페놀성분이 철이온과 반응하여 타닌철 화합물, 페놀철 등의 분자간 화합물과 배위 화합물을 만들기 때문이다. 이의 색은 대개 청흑색이며 시간이 경과 할수록 제거하기가 어려워진다. 철오염의 제거하는 방법은 다음과 같다^{37, 63)}.

- (예1) 철오염을 재발하지 않는 처리법(도포량 50g/m²) : 수산 4%수용액으로 처리하여 철오염을 제거한 후, 제1인산나트륨(7%정도) 수용액으로 다시 처리
- (예2) 제거 곤란한 철오염 처리액 조제(도포량 50g/m²) 차아인산(시판 50%)8g, : 차아인산나트륨 2g, 중아황산나트륨 0. 1g 을 물 90cc에 용해하여 조제. 조제된 용액은 아황산가스 냄새가 다소 발생.

5. 4. 2 산오염의 제거

산오염 발생에는 햇빛과 pH가 영향을 미친다.

pH 2 이하에서 햇빛을 받으면 심하게 오염이 일어난다. 색은 대개 담적색 계통으로, 산과 접촉한 목재중의 축합형 타닌이 햇빛(자외선)의 영향을 받아 산화되어 퀴논구조를 형성하는 것으로 추정된다. 산오염도 장기간 햇빛에 노출되면 제거하기가 어려워진다. 제거액의 예는 다음과 같다³⁷⁾.

- (예1) 과산화수소 2~10% 수용액에 암모니아수를 소량 첨가하여, pH를 7~8로 조정한다.
- (예2) 아염산소다 0. 2~2% 수용액을 그대로 사용한다.
- (예3) 수소화 붕소나트륨 0. 1~1% 수용액을 그대로 사용한다. 제거 곤란한 오염에 적합하다.

5. 4. 3 알칼리오염의 제거

알칼리오염은 산오염과 달리 어두운 곳에서도 색깔을 띤다. 오염색은 수중에 따라 다르며, 황색 또는 암갈색으로 pH 11이상이 되면 급격히 심해진다. 초기 오염은 수산 등의 산으로 제거 가능하나, 장기간 방치된 것은 제거하기 곤란하다. 이와 같은 경우에는 pH 7, 농도 2~10% 정도의 과산화수소로 제거하는 것이 바람직하다^{34, 37)}.

5. 4. 4 청변제거

청변균에 의한 생물오염은 멜라닌 색소가 그 원인으로, 목재내부에 침입하여 내부 깊은 곳까지 오염시키기 때문에 오염제거는 처리액의 침투 여하에 달려 있다. 오염의 처리 방법과 효과는 수중에 따라 다소 차이가 있으며, 많은 보고가 발표되어 있다. 그 중 대표적인 것을 소개하면 다음과 같다^{37, 61, 64)}.

- (예1) 35% 과산화수소와 5% 가성소다 용액을 사용직전에 등량 혼합하여 상온 도포하거나, 침지 후 물로 세척하거나 물걸레로 닦아준다.
- (예2) 10% 이염소화 이소시아닐산나트륨 수용액에 12시간 상온침지 후 물로 세척한다.

5. 5 표백 작업상의 주의사항

(가) 표백된 목재가 완전건조 되기 전에 도장하면, 도막이 부풀어 오르거나, 도막에 핀홀이 생길 수가 있다. 이것은 건조불충분이 그 원인으로서 표백제의 성분이 잔류하고 있을 가능성이 있다. 따라서 표백과 세척 후, 충분히 건조시켜야 한다.

다^{4, 60)}. 세척할 경우 2% 정도의 메타중아황산소다 수용액으로 닦아 내면 효과가 있다. 특히 과산화수소로 표백할 경우, 핀홀, 부풀음 현상은 나타나지 않더라도, 폴리우레탄 도료로 도장하면 황변 현상이 나타나는 경우가 있다. 이 때문에 1~2% 정도의 수소화붕소나트륨 수용액으로 닦아 내면 황변이 일어나지 않는다.

(나) 나무젓가락을 표백할 경우, 세척 후 건조가 불충분하면 잔류 표백제에 의해 포장지가 흐슬부슬해 지는 경우가 있다. 잔류표백제는 완전히 제거할 필요가 있다.

(다) 표백액의 용기는 유리, 폴리에틸렌, 스테레스를 사용하는 것이 좋다.

(라) 작업자는 반드시 방호용안경, 고무장갑, 고무앞치마를 착용해야 한다. 표백액이 피부에 닿을 경우에는 곧장 흐르는 물로 씻어내야 한다. 과산화수소계 표백제는 피부에 닿으면 일시적으로 희게 되는 경우가 있고, 손톱 틈새에 들어가면 통증이 심하기 때문에 주의하여야 한다. 눈에 들어간 경우는 맑은 물에 15분 이상 물로 씻어 의사의 지시를 받아야 한다.

(마) 표백제의 보존은 가능하면 저온에 보관하도록 한다. 특히 직사광선에 장기간 노출되거나 열기가 있는 곳은 피하여야 한다.

(바) 표백처리는 도장처리와 격리시켜야 한다.

(사) 염소계 표백제는 유해한 이산화염소가스, 염소가스가 발생하고, 과산화수소계 표백제를 다량 사용할 경우에는 머리카락이 붉게 변하는 경우가 있기 때문에, 통풍에 극히 주의하여 작업장 배기에 세심한 노력을 기울여야 한다⁶¹⁾.

(아) 사용한 후의 표백액 폐수는 pH 5.8~8.6으로 조정된 후 버려야 하며, 그 외의 약액은 폐수 처리기준(COD, BOD)에 따라야 하므로 주의하여야 한다.

6. 맺는 말

색이 없는 세계는 어떻게 될까. 흑백 TV시대에는 생각할 수 없을 정도로 색채의 세계에 길들여져 있다. 왕실에서나 사용하던 우아하고 휘황찬란한 색상이 우리생활 주변에 널리 퍼져있다. 여타튼 색상은 인간의 감성에 직접적인 영향을 주는 것임에 틀림이 없다.

최근 목재 가격은 매년 앙등하고 있다. 목재가

값싸고 손쉬운 재료로 여겨져 왔던 때는 옛날이다. 이제는 절대로 그렇지 못하다. 고도산업사회의 인간은 보다 자연적이고 따스함을 느끼기를 갈구하게 된다. 이러한 점에서 앞으로 국민경제 수준의 향상에 따라 목재 및 목제품의 수요는 계속 증대되어 갈 것이다. 따라서 예전에 생각하던 목재에 대한 인식은 당연히 바꾸어져야 한다. 값싼 저급재·불량재를 고급재·정상재의 재색으로 만들어 사용하여야 한다. 소나무류, 참나무류, jaban, jelutong, perupuk, pulai, albizia, ramin, 고무나무, white maranti 등 청변이 용이한 목재를 버려서는 안된다. 이러한 것은 반드시 탈색시켜 정상재색 상태로 이용하여야 한다. 탈색기술을 알고 있는 일부 일본인들은 남양재의 청변재만 골라 현지에서 아주 싼 값으로 일본으로 수입해 간다고도 한다.

또 한발 앞서 목재는 염색 착색시켜 이용하여야 한다. 예로서 가격이 저렴한 자작나무를 종교용이나 공예용 흑단으로 만들어 사용하여야 한다. 또 단판을 염색하여 목제품의 심미적 가치를 향상시켜야 한다. 이러한 기술개발과 상품응용은 분명 상품의 경쟁력 향상에 이바지할 것이다. 이러한 것을 염색목재라 하며, 목재 신소재의 하나로 간주된다⁶⁶⁾.

지금까지 언급한 내용중, 일부 기업에서는 이미 이 기술을 이용하여 연간 원가절감액이 상당량에 달하고 있다고 한다. 그러나 현실적으로 공장의 라인에서 작업하는 기능인은 새로운 기술을 적용하기가 대단히 어렵다. 따라서 각 기업체는 반드시 실험실을 갖추어 이러한 기술을 자체의 생산공정에 어떻게 적용시킬 것인가를 스스로 해결하여야 한다. 특히 조색공정은 수종이나, 적용조건에 따라 상당히 변화가 크기 때문에 해결이 불가능할 경우가 많고, 이러한 때에는 즉시 전문가의 협조를 받는 것이 최선책이다. 앞으로 이 기술의 일반화에 의한 국내 관련업계의 생산원가 절감과 경쟁력 제고에 많은 도움이 되기를 바라는 심정으로 이 글을 맺는다.

參 考 文 獻

1. 兒玉孝彦, 小川健作. 1978. 木材의 變褪色의 原因と防止, 木材工業 34(2) : 50~54
2. Billmeyer, F. W. and M. Saltzman. 1981.

- Principles of Color Technology. 2nd ed. John Wiley & Sons, NY. : 1~109
3. 甲斐勇二. 1975. 木材の色について(1)(2), 木材工業 30(7) : 291~294, 30(8) : 345~349
4. 高橋正男. 1974, 1975. 實用上における木質材の脱色(I)(II), 木材工業 29(12) : 532~535, 30(2) : 60~63
5. Hemingway, R. W. and W. E. Hills. 1971. Changes in fats and resins of pinus radiata associated with heart wood formation, *Appita* 24(6) : 439~443
6. Feist, W. C. and D. N-S. Hon. 1984. Weathering and protection : The chemistry of solid wood. ed. by R. M. Rowell, American Chemical Society, Washington D. C. : 401~454
7. 林良興. 1983. 抽出成分の量的變動と木材利用, 木材工業 38(1) : 46~47
8. 甲斐勇二, 寺谷文之. 1977. スギ心材の色に關する研究(第1報), メタノール不溶心材色素の性状と含有量, 木材學會誌 23(10) : 499~503
9. 崔秋二富, 黃炳浩. 1992. 木材利用과 抽出成分, 목재공학 20(2) : 91~100
10. 善本知孝. 1976. 木の色とやけ, 木材工業 31(9) : 402~403
11. 堀池清. 1977. 木材の調色技術(1)(2), 木材工業 32(3) : 93~98, 32(4) : 149~154
12. 今村博之. 1970. 木材フェノール成分と木材加工, 木材工業 25(5) : 201~205
13. 近藤民雄. 1972. 木材およびパルプの發色團について, 知見と現狀, 紙パ技協誌 26(10) : 499~510
14. 甲斐勇二, 外 2人. 1972. スギ材のフェノール成分(第6報), Hydroxysugiresinolと心材の色について, 木材學會誌 18(6) : 315~321
15. 林業研究院. 1991. 木材의 調色技術, 林業研究院 研究資料 61 : 127~193
16. 加藤昭四郎, 外 2人. 1982. アオタモ着色心材の漂白, 林試研報 319 : 1~12
17. Levitin, N. 1974. Bleaching mineral-stained maple, *For. Prod. J.* 24(8) : 28~32
18. Levitin, N. 1975. Bleaching mineral-stained maple (part II), *For. Prod. J.* 25(10) : 28~32
19. 孔泳土, 朴相範. 1988. 落葉松, 소나무, 현사시

- 및 이태리포플러材의 光變色 抑制, 林業研究院 研究報告 37 : 79~85
20. 井澤利運治. 1986. 木材の光變色防止について: 塗料と紫外線吸収劑, 木材工業 41(9) : 324~427
 21. 松山將壯, 伊藤貴文. 1988. スギ心材の光變色防止; 熱收縮フィルムの効果, 第38回日本木材學會大會 發表要旨集 : 263
 22. Chang, S. T., D. N. S. Hon and W. C. Feist. 1982. Photodegradation and photoprotection of wood surfaces, *Wood & Fiber* 14(2) : 104~117
 23. 峯村伸哉. 1982. 木材の變色, 木材工業 37(3) : 150~151
 24. 安景模, 孔泳土, 外 3人. 1983. 木材의 汚染에 의한 變色(1) 韓國産 針葉樹材의 化學的 變色, *목재공학* 11(6) : 3~9
 25. 安景模, 孔泳土, 外 1人. 1986. 木材의 汚染에 의한 變色(2) 韓國産 闊葉樹材의 化學的 變色, *목재공학* 14(1) : 55~66
 26. 安景模, 孔泳土, 外 1人. 1987. 木材의 汚染에 의한 變色(3) 輸入南洋材의 化學的 變色, *목재공학* 15(2) : 120~124
 27. 峯村伸哉. 1977. 木材の光による變色, 木材工業 32(8) : 339~343
 28. Leary, G. J. 1968. The yellowing of wood by light : part II, *Tappi* 51(6) : 257~260
 29. 飯塚堯介. 1981. リグニンの色, 木材工業 36(10) : 504~505
 30. 善本知孝, 外 2人. 1975. 木材の光分解(第21, 22報), 木材學會誌 21(6) : 387~390, 381~386
 31. 峯村伸哉, 梅原勝雄. 1979. 木材の調色(第1報), 北海道林産試驗場 研究報告 68 : 92~145
 32. 梅原勝雄, 峯村伸哉. 1976. カラマツ材の光照射に伴う變色, 北海道林産試驗場研報 : 5~6
 33. Mibayashi, S., K. Satoh and T. Yokota. 1985. Discoloration of wood by acid, Mem, Coll. Agri., Kyoto Univ. 127 : 49~59
 34. 武南勝美. 1965. 木材の汚染に関する研究(第3報)(第4報), 木材學會誌 11(2) : 41~46, 47~52
 35. 武南勝美. 1969. 木材の化學汚染とその對策(1)(2)(3), 木材工業 24(5) : 210~214, 24(6) : 263~268, 24(7) : 314~319
 36. Hulme, M. A. and J. F. Thomas. 1975. Stain control in eastern white pine : Using ammoniacal zinc oxide in mill conditions, *For. Prod. J.* 25(6) : 36~39
 37. 今村博之. 1983. 木材利用の化學, 今村・岡本・後藤・安江・横田・善本 編. 共立出版 : 204~254, 324~415
 38. 平林靖彦. 1987, 1988. キトサンによる木材表面の改質(I)(II), 塗裝工學 22(10) : 440~455, 23(12) : 470~477
 39. 基太村洋子, 黒須博司, 村山敏博. 1984. 木材染色の技術體系とその問題點, 第14回木材の化學加工研究會 Symposium : 25~43
 40. 基太村洋子, 堀池 清. 1971. 木材の染色性(第1報)木材および木材構成成分の染色性, 木材學會誌 17(7) : 292~297
 41. 基太村洋子, 堀池 清. 1975. マカンバ・アサダ・ケヤキ材の染色, 木材工業 30(3) : 107~109
 42. 後藤君子, 黒須博司, 基太村洋子, 外 2人. 1980. パプアニューギニア材の染料浸透性, 日本林業試驗場 研究報告 312 : 103~124
 43. 峯村伸哉. 1983. 木材の調色, 木材工業 38(8) : 363~369
 44. 孔泳土外 1人. 1991. 家具用木材의 調色技術에 관한 研究(III), 黑胡桃나무 邊材의 染色에 의한 心材色化, 林業研究院 研究報告 43 : 46~51
 45. Allan, G. G. and Y. Hirabayashi. 1984. Fiber surface modification : chitosan based polymeric dyes, *Cellulose Chem. Tech* 18 : 83~87
 46. 瀬戸山幸一, 黒須博司. 1985. 木材染色への熱轉寫捺染技術の應用, 第15回木材の化學加工研究會 Symposium : 23~31
 47. 基太村洋子. 1982. 酸性染料の木材内部への浸透(第1報), 木材浸透性染料の選定, 林試研報 319 : 47~68
 48. 孔泳土, 外 1人. 1990. 家具用木材의 調色技術에 관한 研究(II), 木材浸透性 染料의 選定, 林業研究院 研究報告 40 : 68~73
 49. 基太村洋子, 堀池 清. 1975. 木材浸透性染料の選定-酸性染料, 木材工業 30(10) : 449~451
 50. 基太村洋子, 瀬戸山幸一, 黒須博司. 1987. 木

- 材及び染色木材の光變色, 第17回木材の化學加工研究會 Symposium : 35~41
51. 平林靖彦. 1982. 新しい染色法の試み, 第12回木材の化學加工研究會 Symposium : 1~9
 52. 加藤昭四郎, 外 4人. 1981. 南洋材の染料浸透性, 林試研報 315 : 93~104
 53. 堀池 清, 基太村洋子. 1974. 木材の染色, 木材工業 29(5) : 188~193
 54. 孔泳土, 外 1人. 1990. 家具用木材의 調色技術에 관한 研究 (I), 化學藥品에 의한 樹種別着色特性, 林業研究院 研究報告 40 : 59~67
 55. 井澤利運治, 中島 俊. 1982. 木材の藥品着色, 木材工業 37(12) : 595~600
 56. 峯村伸哉. 1982. 木材の調色, 木材工業 37(2) : 96~98
 57. 孔泳土. 1990. 木材의 調色技術, 林業研究院 研究情報 34 : 7~8
 58. 小堤 捻, 川上一夫, 細川敏道. 1976. 木材の漂白, 木材工業 29(6) : 240~245
 59. 松山將壯. 1981. スギ心材の變色と調色, 木材工業 36(1) : 8~13
 60. 松山將壯. 1983. スギ心材の調色, New Lumber 48 : 1~8
 61. 高橋正男. 1984. 木材漂白の歩み, 木材工業 39(8) : 391~394
 62. 孔泳土, 朴相範. 1988. 落葉松 및 현사시 心材의 脫色, 林業研究院 研究報告 37 : 86~92
 63. 峯村伸哉, 梅原勝雄. 1980. 色戻りしない鐵汚染の除去法, 日本木材學會 北海道支部講演集 12 : 59~62
 64. Hulme, M. A. 1975. Control of brown stain in eastern white pine with alkaline salts, *For. Prod. J.* 25(8) : 38~41
 65. Gellerstedt, G. and E. L. Petterson. 1977. Light-induced oxidation of lignin(part 2) : The oxidative degradation of aromatic rings. *Svensk Papperstidn* 80 : 15~21
 66. 峯村伸哉. 1991. これからの木材・スパウツド, 日本木材學會 北海道支部 研究會資料 : 7~23

中野準三, 住本昌之, 樋口隆昌, 石津敦 共著
趙南爽, 李鍾潤, 尹炳虎, 黃炳浩 共譯

木材化學

嶺南大學校 出版部

日本木材學會編

朴相珍, 李鍾潤, 趙南爽, 趙炳默 共譯

木材科學實驗書 (Ⅱ) 化學編

光一文化社

李元用, 朴相珍, 李弼宇 共著

木材組織의 圖解

圖書出版 正民社

日本木材學會編

朴相珍, 李鍾潤, 趙南爽, 趙炳默 共譯

木材科學實驗書 (Ⅰ) 物理·工學編

光一文化社