

천연염색 · 도장처리 단판의 내변퇴색시험에 따른 색차특성

서진석^{†,1}, 김종인², 김소라², 박령재³, 박상범¹

¹국립산림과학원 원산공학부, ²국립산림과학원 남부산림자원 연구소, ³한국전통염색협회

Color Difference of Natural Dyed- and Finished Veneers by Fading Test

Jin-Suk Suh^{†,1}, Jong-In Kim², So-Ra Kim², Ryeong-Jae Park³, Sang-Bum Park¹

¹Department of Iorest Products Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

²Southern Forest Resources Research Center, Korea Forest Research Institute, Jinju, Gyeongsangnam-do 660-701, Korea

³Korea Traditional Dye Institute, Miryang, Gyeongsangnam-do 627-660, Korea

Abstract: In order to evaluate a feasibility of industrial art use of veneer such as cylindrical laminated veneer lumber, the veneers of 4 species of Korean pine, radiata pine, yellow poplar and Japanese cypress were natural dye-colored and clear finished. Natural dyes were red color originated from sappanwood, blue color from polygonum indigo, and yellow color from Amur cork tree and gardenia. the clear coats of crack seal clear and UV protection oil were applied on the dyed veneer. The dyeing and finishing characteristics through fading test were summarized as follows; In non-dyed and non-finished Korean pine veneer, lightness was decreased and yellow and red hues increased after fading test. In natural dyed- and finished- veneer, color difference of gardenia-mixed Amur cork tree was generally highest, and that of polygonum indigo was lowest. Compared to non-treatment of veneers of Korean pine and yellow poplar, color difference decreasing effect by finishing was shown in crack seal clear and UV protection oil. In addition, UV protection oil was more favorable than crack seal clear with more decreased color difference. In result, maximum values of color difference after fading for 8 days were recorded about 16 to 20, which are remarked 'very much' of 12.1 or more when reviewing with 'National bureau of standards unit in USA'.

Keywords: industrial art, natural dye, sappanwood, polygonum indigo, gardenia-mixed Amur cork tree, crack seal clear, UV protection oil, color difference

1. 서론

색상은 현대생활에서 다양한 방향으로 추구하고 있다. 특히 현재 “LOHAS” 생활 스타일로 인하여 친환경적이고 건강하게 살기를 원하면서 다양한 소재 중에서도 친환경적인 목재나 목제품이 우리

생활공간에 비치되어 사용되고 있다. 따라서 이러한 생활목재의 외관과 표면보호를 목적으로 조색(調色) 또는 도장(塗裝)이 이루어지고 있다. 현재 우리가 사용하는 가구, 악기, 공예품 및 문화재에서조차 필히 화학염료나 안료에 의한 조색과 도장처리가 함께 행하여지는 경우가 많다. 그러나 이 염색제와 도료는 화학제품으로서 작업과정이나 경화 후에도 인체에 유해한 휘발성 유기화합물(VOCs)을 발산함으로써, 가급적이면 생활가구나 목제품이 이러한

2013년 10월 10일 접수; 2013년 10월 21일 수정; 2013년 10월 22일 게재확정

[†] 교신저자 : 서진석 (jssuh@forest.go.kr)

Table 1. Natural dyeing of veneers

Species of veneer	Type/ Ratio of dyes	Treatment method			Mordant	pH	Natural drying time	Remarks
		Tem- perature	Amount of dye	Dyeing time				
Korean pine, Radiata pine, Yellow poplar, Japanese cypress	Amur cork tree (8) + Gardenia (2)	60°C	600g /water 20 ℓ	30 min	No use	8.2	1 hr	Natural drying for 1 hr after dyeing for 30 min.
	Polygonum indigo	Room tem- perature	No water dilution	30 min	No use	7.9	1 hr	Thereafter, water washing 1 time followed by natural drying till drying out
	Sappan wood	60°C	600 g /water 20 L	30 min	No use	7.4	1 hr	

화학물질로부터 자유로워지기를 원한다.

한편, 목재는 심·변재를 갖고 있다. 변재는 담색조를 띠고 심재는 생리활성이 떨어지면서 색소 침착 물질이 증가하며 농색화 하는 경향이 크다. 이로 인한 색조의 불일치로 생활소재로서 이용시 담색화 쪽으로 표백을 하거나, 농색화에 맞춰 인위적으로 색상을 부여하는 경우가 많다. 목재는 전반적으로 볼 때 연한 황색조로부터 진한 고동색 또는 갈색톤에 이르도록 분포하는 것이 일반적으로, 본 연구에서는 국산 및 수입 침·활활수재인 잣나무, 라디에타소나무, 백합나무, 편백의 4수종 단판에 대하여 식물계에서 추출한 천연염료에 의한 염색을 실시하고 도장처리한 후 경시적(經時的)인 내변퇴색성을 실시하고 색변화를 살펴봄으로써 광(光)에 대한 표면 내후성(耐候性)을 살펴 보고자 하였다.

특히, 속성수이기 때문에 우리나라 산림바이오매스 자원으로 각광을 받고 있는 백합나무에 대하여 살펴보면, 변재는 미색에 큰 물결무늬를 이루고 심재는 암녹색을 띠어 대표적인 색 부조화를 이루는데 균제한 색조로의 색일치화가 요구된다고 할 수 있다.

본 연구와 관련한 국내 연구동향을 살펴보면, 김종인 등(2012)은 원통형 단판적층재의 횡단면과 접선단면 시편의 내변퇴색성은 미도장재의 경우, 횡단면이 접선단면보다 내변퇴색성이 높다고 하였으며, 9종의 천연염색처리 단판과 염색 무처리 단판에 대한 도장처리를 실시하고 144시간 변퇴색시험을 실시한 후 색차 경향을 살펴본 바 있다. 나중범 등(2012)은 ‘색상변화의 예측’ 연구에서 열처리 조건에 따른 잣나무와 로지폴소나무의 색상값은

명도를 나타내는 L^* 값은 온도와 시간이 증가함에 따라 감소하였고, 처리시간보다 처리온도에 더 큰 영향을 받는다고 보고하였다.

외국 연구동향을 살펴보면, 荒井一成 등(1999, 2010)이 염기성 염료의 흡착성을 이용한 라디에타소나무 착색성에 대하여 연구하였으며, 변재에의 내부착색은 목재의 다채(多彩) 착색기술의 하나로 흡착성 및 색이 다른 염기성 염료를 배합하여, 모관압(毛管壓) 침투시키는 것에 의해 건조목재 중의 긴 통로를 섬유방향으로 침투시키는 과정에 의해 흡착성이 큰 것부터 순차적으로 흡착된다는 사실을 발표하였다. 또한, 흡착성이 다른 염기성 염료 수용액과 초미립 안료의 분산액의 배합액을 시험편의 횡단면, 방사단면, 접선단면으로 침투시켜 장식성을 높이고자하는 연구도 진행하였다.

본 연구에서는 천(fabric)과 같은 의류나 머플러 등에만 적용되고 있는 천연염색을 목질계 단판에 적용함으로써 휘발성 유기화합물에서 자유로워지는 염색·도장 목제품을 위한 연구를 하고자 하였다. 삼원색인 빨간색, 파란색, 노란색 계열의 염색을 하고 이 색상을 살리고자 투명계 도장을 한 후 변퇴색시험을 하고 색상 변화를 살펴보고자 하였다.

특히, 국립산림과학원에서 연구추진 중인 원통형 단판적층재의 단판롤(veneer roll) 또는 평단판(flat veneer)으로서 광(光)에 대한 표면내구성이 갖춰질 경우 원통 기둥재 등으로 사용시 표면을 치장하는 치장단판(fancy veneer) 또는 재단한 상태로 공예품 등을 만들어 고부가가치 이용이 가능한 측면이 있어 의미 있는 연구로 생각된다.

Table 2. Clear coating of veneers

Finish	Treatment method				Drying method		
	Temperature/ Humidity	Mixing	Spreading amount	Spreading times	Spreading utensil	Drying time	Drying condition
UV protection oil	28.9°C /55%RH	Non-addition of distilled water	100~140 g/m ²	2 time (Separately spreading)	Brush (5 cm length)	4 hrs (11:00~15:00)	28.9°C /55%RH
Crack seal clear	28.9°C /55%RH	20% addition of distilled water (Temp. : 23°C)	100~140 g/m ²	2 time (Separately spreading)	Brush (5 cm length)	4 hrs (11:00~15:00)	28.9°C /55%RH

2. 재료 및 방법

2.1. 천연염료에 의한 단판의 염색

한국전통염색협회(사)의 천연염색연구소에서 조제된 천연염료를 사용하여, 3종 색상으로 염색된 단판이 조제되었다. 적색 계열 염료는 소목(sappan-wood)으로부터 추출되었다. 파란색 계열 염료는 쪽(polygonum indigo)으로부터 추출되었으며, 노란색 계열 염료는 치자(gardenia)를 혼합한 황벽나무(Amur cork tree)로부터 추출되었다. 염색처리 단판은 두께 2.4~3.0 mm로서 잣나무, 라디에타 소나무, 백합나무, 편백이었으며, 염료를 침지처리 하였다.

2.2. 투명계 도료에 의한 단판 도장

바탕의 착색된 색상을 살리고자 투명계 도장을 실시하였다. 도료는 수용성 도료인 아크릴 에멀전 수지(crack seal clear) 및 자외선 차단 오일(UV protection oil)이었으며, 도장처리를 하지 않은 단판도 준비되었다. 도장처리 단판은 대기조건에서 자연건조 되었다.

2.3. 내변퇴색성 시험

실내에서 천연염색만을 한 단판, 천연염색 후 도장처리된 단판 및 무처리 단판에 대하여 실내에서 광(arc light) 조사(照射)에 의한 변퇴색시험을 실시하였다. 이 시험은 월-화-수-목-금에 걸친 4일간 조사시험을 1cycle로 하여, 1cycle 시험 후 시험일정 상 연속시험이 불가하여 다음 한 주간을 휴지한 다음, 1 cycle시험을 추가로 실시함으로써 총 2 cycle



Fig. 1. Fading test setup (left) and spectrophotometer (right).

시험을 실시하였으며 cycle 반복에 따른 색차의 경향을 살펴보고자 하였다. 색차 측정은 월요일 조사-화요일 측정, 화요일 조사-수요일 측정하는 식으로 1주일에 매 24시간마다 측정하여, 1주일에 총 4회 측정하는 것을 1 cycle로 하였다. 1 cycle이 끝난 시료는 암실에 보관하였다가 추가로 1 cycle 시험을 더 행하였다. 색차(ΔE)는 무처리 또는 염색 단판을 도장처리하고 퇴색시험 전의 색상에 대한 퇴색시험 후의 색상변화(ΔL^* , Δa^* , Δb^*)를 측정함으로써 산출되었다. 색상변화는 분광 광도계(spectrophotometer (Konica Minolta CM-700d))를 가지고 측정되었다. 색차나 색상변화를 분광 광도계로써 측정하는 한편 육안 관찰에 의하여 경향을 살펴보는 관능시험을 병행하였다.

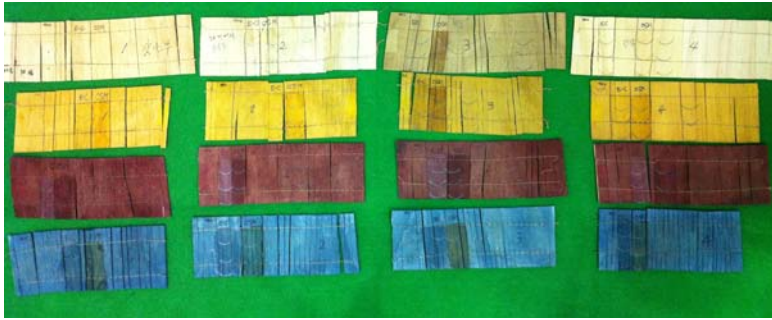


Fig. 2. Appearance of specimen after finishing of non-treated or natural dye-colored veneers.

Note : From the top line, non-treated specimen of 4 species, gardenia-mixed Amur cork tree dyeing (yellow specimen), sappan wood dyeing (red specimen) and polygonum indigo dyeing (blue specimen) were displayed.

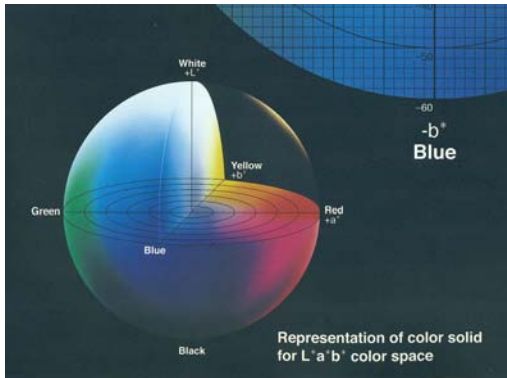


Fig. 3. Chromaticity diagram marked with L*, a*, and b*.

3. 결과 및 고찰

3.1. 도장 비처리(무처리) 또는 도장처리 단판의 색상 변화

L*, a*, b*의 값에 따른 색상계도를 Fig. 3에 나타냈다. 이에 따르면 a*가 양수로서 커지면 빨간색, 음수로서 커지면 녹색이 되고, b*가 양수로서 커지면 노란색, 음수로서 커지면 파란색 계열의 색조(color hue)로 된다.

이에 의하면, Fig. 4에 보여지듯이, 잣나무 도장 비처리(무처리) 단판은 2 cycle (8일간)의 변퇴색

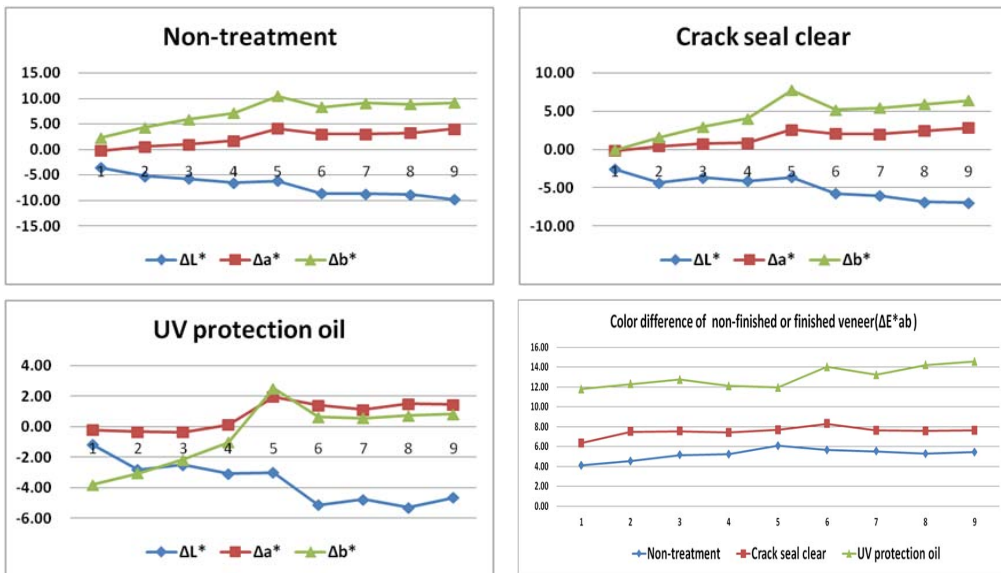


Fig. 4. Color change in non-treated or finished Korean pine veneer according to fading for 8 days.

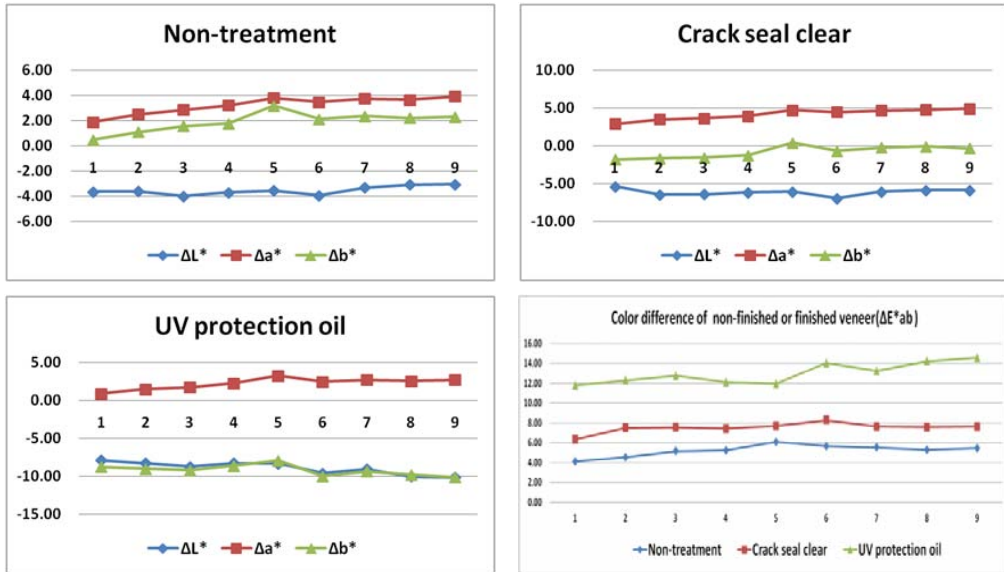


Fig. 5. Color change in non-treated or finished yellow poplar veneer according to fading for 8 days.

시험 후 명도(lightness)는 감소하였고, 노란 색조(Δb^*) > 빨간 색조(Δa^*)를 보이면서 이들 색상치는 8일 전체적으로 볼 때 약간 증가하는 경향을 나타냈다. 크랙실 클리어(crack seal clear)와 자외선 차단 오일(UV protection oil) 도장의 경우에도 무처리 단판에서와 같이 노란색조(Δb^*)와 빨간색조(Δa^*) 계열의 색상이 증가하고, 명도가 감소하는 패턴을 보였다. 색차는 무처리 > 크랙실 클리어 > 자외선 차단 오일 순으로 나타났다.

또한, Fig. 5에서 보여지는 바와 같이, 백합나무 무처리 또는 도장단판에서는 명도의 변화가 거의 없었다. 이는 유백색의 변재와 암녹색을 띠는 심재 부위 색상이 혼재되어 나타나는 결과로 파악된다. 색차의 경우에도, 잣나무 단판의 경우와는 달리, 자외선 차단 오일 > 크랙실 클리어 > 무처리의 경향으로 실제 육안으로 살펴본 경우에도 자외선 차단 오일의 경우 얼룩짐 현상이 심했다. 이 자외선 차단 오일 도장 경우의 얼룩짐 현상은 투명계 도료이지만 오일 자체에 함유된 미량의 갈색 스테인에 기인한 것으로 보여진다. Fig. 5의 자외선 차단 오일 도장의 경우, ΔL^* 과 Δb^* 가 음수역에서 비슷한 치를 보이면서 감소하는 경향을 보였는데, 이는 퇴색시험에 따라 암색화 또는 청색화 하는 경향이

크다는 사실을 시사해 주는 결과였다.

3.2. 염색·도장처리에 따른 단판의 색차

염색 무처리한 단판과 황벽, 소목, 쪽으로 염색한 라디에타소나무 및 편백 단판을 도장처리 및 비처리한 시험편에 대하여 8일간 광조사로 퇴색시험한 결과는 Figs. 6~8과 같았다. Fig. 6에 보여지듯이 천연염색만 하고 도장처리를 하지 않은 라디에타소나무 시험편의 색차는 황벽 염색 > 염색 무처리 > 소목 > 쪽 염색 순으로 나타났다. 편백의 색차는 무처리 ≥ 황벽 > 소목 > 쪽으로 나타났으며, 1 cycle에서는 황벽 염색이 색차가 높았으나, 2 cycle이 되면서 무처리의 색차가 증가하면서 황벽 염색과 비슷해지는 경향이 나타났다. 타 수종군에 대한 결과를 살펴보면 잣나무의 경우 라디에타소나무와 같은 경향이 나타났으며, 백합나무는 황벽 > 소목 ≥ 쪽 > 무처리의 경향을 나타냈다. 나무의 원래 색상과 잘 조화되는 황색 계열의 색조를 나타내는 치자 혼합 황벽 염색에서 색차가 비교적 큰 것으로 나타났는데, 이는 치자가 노란색 발현에 유리한 반면 광에 대한 견뢰도가 낮은 데 기인한 영향으로 보여진다.

Fig. 7에서와 같이, 크랙실 클리어로 도장처리

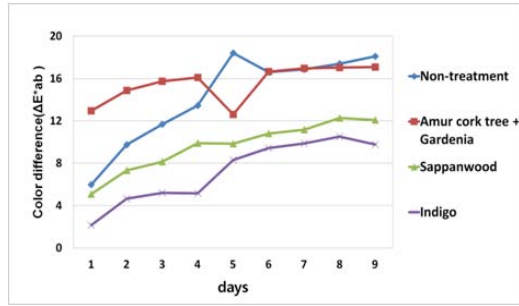
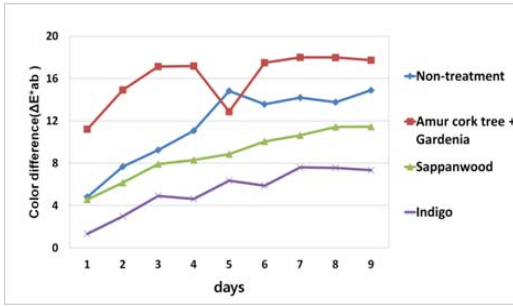


Fig. 6. Color difference of only natural dyed- and non-finished radiata pine veneer (left) and Japanese cypress (right) according to fading for 8 days.

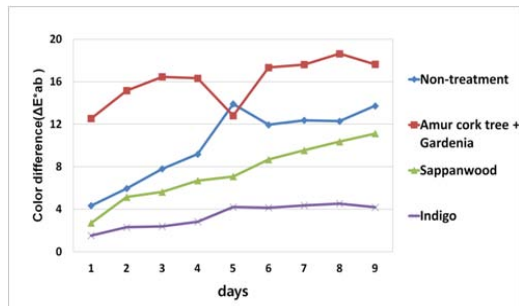
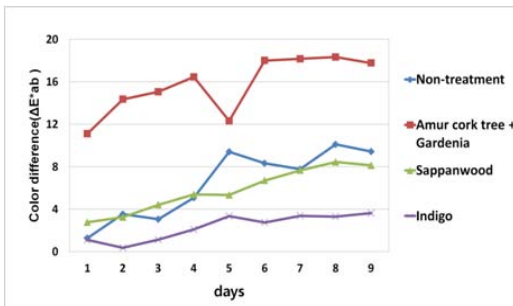


Fig. 7. Color difference of natural dyed- and crack seal clear-finished radiata pine veneer (left) and Japanese cypress (right) according to fading for 8 days.

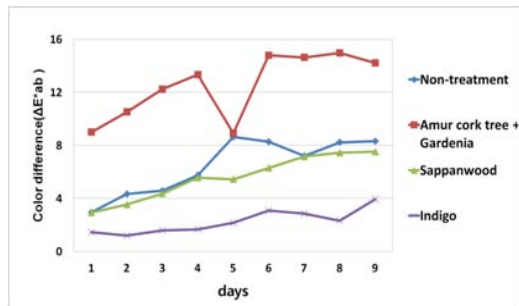
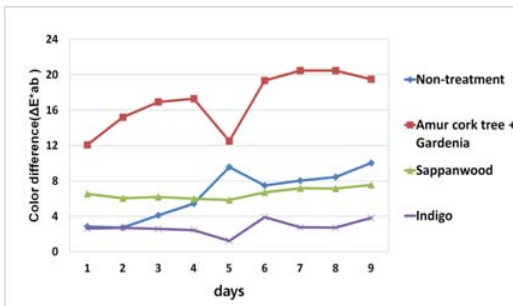


Fig. 8. Color difference of natural dyed- and UV protection oil-finished radiata pine veneer (left) and Japanese cypress (right) according to fading for 8 days.

한 경우, 라디에타소나무 시편의 색차는 황벽 염색 > 염색 무처리 > 소목 염색 > 쪽 염색 순으로 나타났으며, 편백의 경우에는 황벽 > 소목 > 쪽 > 무처리의 경향을 나타냈다. 라디에타소나무와 비슷한 색상을 가지는 잣나무의 경우에도 같은 경향이 보였고, 백합나무의 경우에는 황벽 > 소목 > 무처리 > 쪽의 경향을 나타냈다.

그리고 Fig. 8에서와 같이, 자외선 차단 오일로 도장처리한 경우, 라디에타소나무의 색차는 황벽 염색 > 염색 무처리 > 소목 염색 > 쪽 염색의 경향으로 나타났으며, 편백의 경우에도 같은 경향을 나타냈다. 잣나무에서는 황벽 > 소목 > 무처리 > 쪽의 경향을 나타냈고, 백합나무의 경우 무처리 > 황벽 > 소목 > 쪽, 네 수종 모두에서, 대체적으로

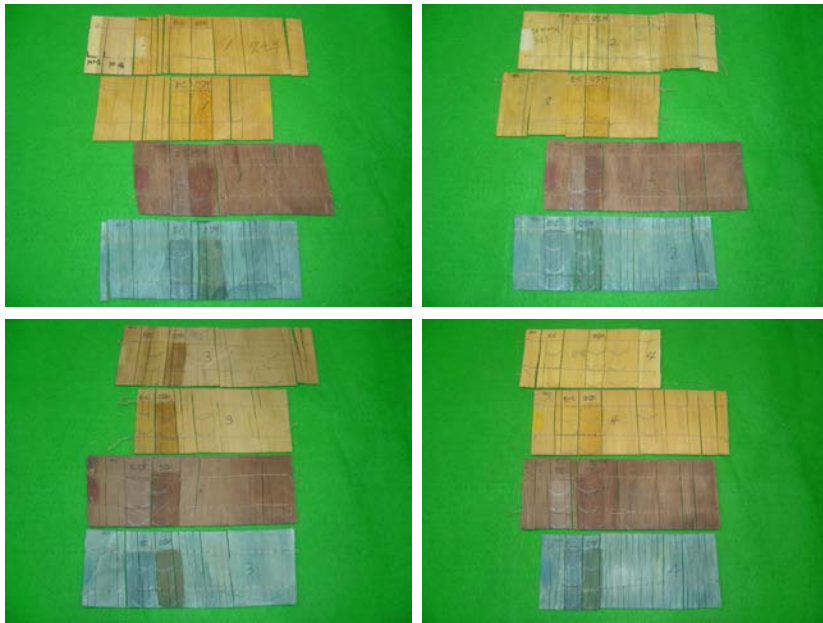


Fig. 9. Appearance according two types of finishing of four species non-treated or three types of natural dye-colored veneer after fading test for 2 cycle (192 hours).

황벽 염색한 경우, 도장 처리 유무에 관계없이 색차가 가장 컸고, 쪽 염색한 경우 가장 낮게 나타났다.

8일간의 광 조사에 의한 변퇴색 시험결과, 네 단판 수종의 색차치는 약 16~20을 기록하였다. 이러한 수치는 'National bureau of standards unit in USA'에 따르면 12.1 이상으로 'very much' (대단한 차)로 평가되었다. 염색한 재의 색차를 줄일 수 있는 투명계 도장에 대한 연구가 요망된다. 그러나 실제적으로 염색·도장처리한 재를 빛이 쏘이는 환경에 장기간 사용할 경우에는 도료의 조성에 따라 얼룩짐과 같은 주변 바탕색조와의 부조화 현상이 일어날 것으로 예상되어, 변퇴색시험 후 육안적 관능테스트가 병행되어야 할 것으로 판단된다. 염색·도장처리에 따른 네 수종의 색상 패턴을 Fig. 9에 나타냈다.

4. 결 론

본 연구에서는 잣나무, 라디에타소나무, 백합나무 및 편백의 국내 사용 단판 수종에 대한 천연염색 및 도장처리에 따른 8일간 광 조사시 색차의 경

시적 변화를 평가하고자 하였다. 퇴색시험에 따른 색차는 단판 수종의 바탕색상에 의존성이 있는 것으로 여겨지며, 치자 혼합 황벽 염색 경우 색차가 가장 컸고, 쪽 염색 경우 색차가 가장 작음으로써 광(光)에 더욱 안정적인임을 나타냈다. 그리고 광 조사가 진행될수록 명도는 감소하였으며, 도장처리에 따른 색차 감소 현상이 있었다.

화학염료에 대체하여 천연식물계 염료로부터 삼원색(빨강·파랑·노랑)의 염색이 가능하였으며, 휘발성 유기화합물에서 자유로워질 수 있는 천연염색과 내구성 투명계 도장처리 연구가 향후 바람직한 것으로 전망된다.

참 고 문 헌

- 김종인, 서진석, 황성욱, 박령재, 박상범. 2012. 천연염색 단판 및 투명 도장처리 원통형 단판적층재의 내변퇴색성. 한국가구학회지 23(4): 407-414.
- 나종범, 김기범, 임경훈. 2012. 열처리조건이 목재의 색상변화 및 흰개미 저항에 미치는 영향. 한국목재공학. 40(6): 370-377.
- (재)산청한방약초연구소 · 한국전통염색협회. 2012. 우리

- 산야의 약초 염재나무 I.
- 荒井一成, 矢田茂樹. 1999. 鹽基性染料の吸着性を利用したラジア-タパインの染め分け. 木材學會誌 45(3): 215-221.
- 荒井一成, 矢田茂樹. 2003. 鹽基性染料の吸着性を利用したラジア-タパインの染め分け (第2報) 配合による吸着と着色パターン. 木材學會誌 49(1): 7-14; 木材學會誌 45(3): 215-221.
- 荒井一成. 2010. 鹽基性染料の吸着性を利用したラジア-タパインの染め分け (第3報) 放射・接線方向への着色. 木材學會誌 56(5): 347-354.