

# 국내산 주요 침엽수재 재색을 통한 공예적 가치평가<sup>1</sup>

박병호<sup>2</sup> · 김남훈<sup>†3</sup>

## Quality Evaluation for Wood Color of Commercial Domestic Softwoods

Byung-Ho Park<sup>2</sup> · Nam-Hun Kim<sup>†3</sup>

### ABSTRACT

The study has been carried to evaluate the wood color, a typical element of visual and decorative effect, for seven major domestic softwoods using L\*a\*b\* and chrominance ( $\Delta E^*ab$ ). The result showed that the values of whiteness, redness, and yellowness were positive at both sapwood and heartwood and there were no wood having a small chrominance difference ranged 0~0.5. There was also no wood having a chrominance difference ranging 0.5~3.0. *Ginkgo biloba*, *Pinus koraiensis*, and *Larix kaempferi* wood showed a little different chrominance, *Taxus cuspidata*, *Pinus densiflora for. erecta*, and *Pinus densiflora* wood substantial different chrominance, *Juniperus chinensis* wood largest different chrominance. It is concluded that the study results could be utilized as a data base in areas of wood craft and furniture and could open a way to substitute foreign imported woods.

**Keywords** : wood color, softwoods, color difference, chromaticity coordinates

### 1. 서론

목재의 재색은 목재 내에 함유되어 있는 화학적 물질에 의해 나타나며 심재가 더 농색인 수종은 심재가 더 많은 화학물질을 함유하고 있기 때문이며 목재 이용 및 미관상 가치뿐만 아니라 목재식별의 보조수단으로 이용된다(박 등 1999). 또한 목재가 색채를 띠게 되는 원인 가운데 하

1. 논문접수: 2010. 05. 03.; 심사: 2010. 06. 05.; 게재확정: 2010. 09. 14. 본 논문은 강원대학교 박사학위 논문, 2010. 8. 박병호, "국내산 목재의 공예적 가치평가"의 내용 중 일부분을 보다 구체적으로 서술하였습니다.

2. 강원대학교 디자인대학 College of Design, Kangwon University, Samcheok 245-711, Korea

3. 강원대학교 산림환경과학대학 College of Forest and Environmental Sciences, Kangwon University, Chunchon 200-701, Korea

† 교신저자(Corresponding author): Nam-Hun Kim(E-mail: kimnh@kangwon.ac.kr).

나는 목재를 대기 중에 방치하였을 때 산화작용을 일으켜 변색이 이루어지는 것으로 암색화 되는 현상이 나타나는데(이 2001), 목공예나 가구제작 시 주의해야할 사항 중 하나이다.

목재의 가치는 목재가 가지는 특성의 여러 인자에 의해 결정된다. 특히 장식효과를 목표로 하는 가구재나 공예재료의 이용 시에는 목재표면의 재색이 매우 중요한 인자로 작용하고 있다. 목재의 재색은 목공예나 가구의 제작에 있어서 감각적 특성상 매우 중요한 평가 지표이며 목공예, 가구의 가치척도 기준이 되기도 한다. 목재의 재색은 심재부와 변재부의 색차가 분명한 수종부터 불분명한 수종까지 다양하게 존재하는데 균일한 재색을 띠는 대경재가 필요한 목공예에는 심·변재 차이가 적은 수종이 적합할 수 있으며 재색의 대비를 이용할 경우는 심·변재간의 색차가 큰 수종이 적합할 수 있다. 목재의 재색과 관련한 연구에서 北浦(1980)는 목재를 내장재료로 이용함에 있어서 그 특유의 성질은 수종에 따라 크게 다르기 때문에 재색을 기준으로 해서 주관적으로 평가하였다. 또한 松浦(2008)는 토야마현에서 가장 중요한 조림수종인 삼나무에 대한 심재부의 재색을 조사하였다. Li와 Kringstad(1970)는 자외선에 의해 리그닌  $\alpha$ -카르보닐기에 기인하는 황색화에 관하여, Roux 등(1961)은 散亂光 등 강도 및 에너지가 약한 빛에 의한 축합형 탄닌 중의 leucoanthocyanins류의 적색화에 관하여, Morgan과 Orsler(1968)는 stilbenes류의 암색화에 관하여 조사하였다. 善本(1983)은 이것들의 원인물질과 반응의 메카니즘을 체계적으로 종합하여 보고하였다.

문 등(2008)은 가구재로써 노령 밤나무재의 효율적 이용에 관한 연구를 통해 밤나무재는 목리가 뚜렷하고 차별화된 재색으로 특색 있는 가구제작이 가능하다고 보았으며, 느티나무, 너도밤나무, 참나무, 체리, 호두나무, 물푸레나무, 장미, 흑단, 단풍나무, 웬지 등의 국내·외 목재의 목리와 재색을 비교하였다. 이 등(2009)은 실내 보관 삼나무 목재의 재색 및 화학적, 현미경적 변화 특성연구에서 실내에서 장기간 보관중인 삼나무 목제품의 재색변화 추이를 초기에는 적색도가 급격히 변화한다고 하였으며 5년 사이에 백색도의 감소가 두드러지는 것으로 보고하였다. 또한, 박 등(2010a)은 침엽수재의 문양연구에서 재색의 공예적인 가치에 관하여 보고한 바 있으며 활엽수재의 문양연구에서도 박 등(2010b)은 재색의 활용성에 대해 보고하여 계제가 확정되어 있다.

현재까지 국내산목재의 세포구조 및 물성과 관련한 재질특성을 평가한 연구는 활발하게 이루어지고 있지만 장식적인 요소와 시각적 특성에 관련한 연구는 찾아보기 어려우며, 재색에 관한 연구도 일부 수행되고는 있으나 공예적인 가치 측면에서 연구한 사례는 찾아보기 어렵다. 따라서 본 연구는 국내산 목재의 공예적인 가치성을 평가하기 위하여 감각적인 특성과 물리적인 특성을 연구하였으며 그 과정의 하나로 목재에 있어서 시각적이며 장식적인 효과의 대표적 요소인 재색을 분석하여 공예재나 가구재로 활용성을 위해 보다 구체적이며 정량적인 데이터를 제시하고자 국내산 침엽수재 7수종의 재색을 평가하였다. 재색의 평가를 위해 기존의 국외 연구사례와 국내 연구사례를 고찰함으로써 향후 국내산 수종의 공예적 가치평가의 연구 방향의 설정, 외국산 수입재의 대체 효과 가능성, 자연과학분야(목재물리학)와 예술분야(목공예, 실내 및 가구디자인)와의 융복합연구의 기본토대를 마련하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2-1 공시재

본 연구에서는 Table 1에 나타난 것과 같이 국내에서 생산한 7수종의 침엽수재를 공시재료로 이

용하였다.

Table 1. Sample trees

Species	Tree age(year)	DBH(cm)	Locality
<i>Ginkgo biloba</i> L.	33	26.7	Samcheok, Kangwon
<i>Taxus cuspidata</i> S. et Z.	68	27.8	Wonju, Kangwon
<i>Juniperus chinensis</i> L	29	17.5	Youngju, Kyungbuk
<i>Pinus koraiensis</i> S. et Z.	33	23.0	Hongcheon, Kangwon
<i>Pinus densiflora</i> for. erecta Uyeki	174	33.4	Uljin, Kyungbuk
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carriere	28	19.1	Hongcheon, Kangwon
<i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	32	31.5	Samcheok, Kangwon

## 2-2 재색 측정 방법

재색 측정용 시료는 각 수종별 변·심재로 구분하여 제작하고 시험편의 접선단면에 대하여 색도색차계(Nippon denshoku, NR-3000)를 이용하여 시편당 각20회씩 재색을 측정하였다. 시료는 표면을 대패로 약 2mm정도 깎아 표면에 묻은 오염을 제거한 다음 측정하였다. 색차계는 Fig. 1 과 같이  $L^*a^*b^*$ 와 같은 색좌표의 단위 값으로 나타냈다. 한 가지 색을  $L^*a^*b^*$ 와 같이 3가지 값으로 표시하는 이유는 색의 3가지 특성인 백색도, 채도, 색상을 표시하기 위한 것이다. L값은 백색도를 나타내며 0~100까지 표시한다. ab값은 일반적으로 xy좌표계와 같은 평면 좌표계로써

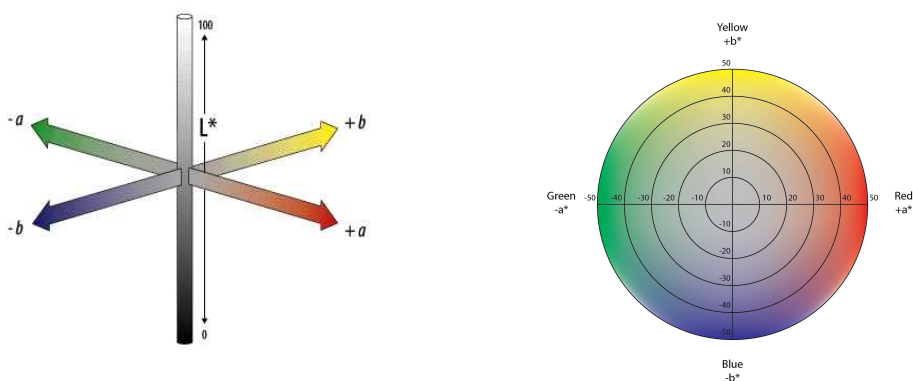


Fig. 1. Chromaticity coordinates

가로축이 a값, 세로축은 b값으로 나타낸다. +a방향은 red, -a방향은 green, +b방향은 yellow, -b방향은 blue를 나타낸다.

각 수종별 변재부와 심재부 간 재색의 차이를 확인하기 위하여 색차계에 의한 색차( $\Delta E^*ab$ )를 아래의 식에 의해 구하였으며 변재부와 심재부의 재색 차이는  $\Delta E^*ab$  값을 6단계로 나누어 비교, 분석하였다.

$$\Delta E^*_{ab} = \frac{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}{2}$$

$\Delta E^*_{ab}$  : 색차값,  $\Delta L^*$  : 백색도,  $\Delta a^*$  : 채도,  $\Delta b^*$  : 색상

변재부와 심재부 간의 색차( $\Delta E^*_{ab}$ )값의 결과는 다음 Table 2와 같이 색차 구분방법으로 변·심재의 색차를 구분하였다.

Table 2. National Bureau of Standards(한과 조 2005)

색차( $\Delta E^*_{ab}$ 값)	변·심재의 색차 구분
0~0.5	미약함(trace)
0.6~1.5	근소함(slight)
1.6~3.0	눈에 뵈움(noticeable)
3.1~6.0	상당함(appreciable)
6.1~12.0	많음(much)
12.1 이상	매우 많음(very much)

### 3. 결과 및 고찰

침엽수재 7수종에서 특징적으로 나타난 재색을 실험한 결과는 다음과 같다.

#### 3-1 은행나무

Fig. 2는 은행나무의 재색 측정시 실물사진이며 Table 3은 접선단면에 대한 재색을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 은행나무의 변재는 백색도( $L^*$ )  $82.9 \pm 1.0$ , 적색도( $a^*$ )  $6.9 \pm 0.9$ , 황색도( $b^*$ )  $28.0 \pm 0.8$ 이며 심재는 백색도( $L^*$ )  $80.5 \pm 0.8$ , 적색도( $a^*$ )  $10.0 \pm 0.6$ , 황색도( $b^*$ )  $26.5 \pm 0.8$ 로 나타났다. 변·심재간의 색차( $\Delta E^*_{ab}$ )는 4.2로 National Bureau of Standards(한과 조, 2005)에 의하면 “상당함”으로 인정된다.



sapwood

heartwood

Fig. 2. *Ginkgo biloba* wood

Table 3. Color differences of *Ginkgo biloba* wood

Species		$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E^*_{ab}$
<i>Ginkgo biloba</i>	S	$82.9 \pm 1.0$	$6.9 \pm 0.9$	$28.0 \pm 0.8$	4.2
	H	$80.5 \pm 0.7$	$10.0 \pm 0.6$	$26.5 \pm 0.8$	

### 3-2 주목

Fig. 3은 주목의 재색 측정시 실물사진이며 Table 4는 접선단면에 대한 재색을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 주목의 변재는 백색도(L\*) 73.1±1.2, 적색도(a\*) 16.4±1.7, 황색도(b\*) 26.5±1.2이며 심재는 백색도(L\*) 64.9±1.4, 적색도(a\*) 21.9±1.5, 황색도(b\*) 28.4±1.5로 나타났다. 변 · 심재간의 색차(ΔE\*ab)는 10.1로 National Bureau of Standards에 의하면 “많음”으로 인정된다.



Fig. 3. *Taxus cuspidata* wood

Table 4. Color differences of *Taxus cuspidata* wood

Species		L*	a*	b*	ΔE*ab
<i>Taxus cuspidata</i>	S	73.1±1.2	16.4±1.7	26.5±1.2	10.1
	H	64.9±1.4	21.9±1.5	28.4±1.5	

### 3-3 향나무

Fig. 4는 향나무의 재색 측정시 실물사진이며 Table 5는 접선단면에 대한 재색을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 향나무의 변재는 백색도(L\*) 78.8±1.8, 적색도(a\*) 10.3±1.6, 황색도(b\*) 19.1±1.3이며 심재는 백색도(L\*) 60.7±1.6, 적색도(a\*) 24.5±0.9, 황색도(b\*) 20.4±1.5로 나타났다. 변 · 심재간의 색차(ΔE\*ab)는 23.0으로 National Bureau of Standards에 의하면 “매우 많음”으로 인정된다.

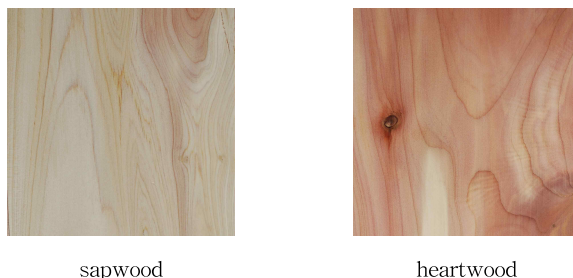


Fig. 4. *Juniperus chinensis* wood

Table 5. Color differences of *Juniperus chinensis* wood

Species		L*	a*	b*	ΔE*ab
<i>Juniperus chinensis</i>	S	78.8±1.8	10.3±1.6	19.1±1.3	23.0
	H	60.7±1.6	24.5±0.9	20.4±1.5	

### 3-4 잣나무

Fig. 5는 잣나무의 재색 측정시 실물사진이며 Table 6은 접선단면에 대한 재색을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 잣나무의 변재는 백색도(L\*) 80.3±1.2, 적색도(a\*) 10.0±1.4, 황색도(b\*) 21.1±0.6이며 심재는 백색도(L\*) 83.4±0.8, 적색도(a\*) 8.4±1.5, 황색도(b\*) 20.4±0.8로 나타났다. 변·심재간의 색차(ΔE\*ab)는 3.6으로 National Bureau of Standards에 의하면 “상당함”으로 인정된다.

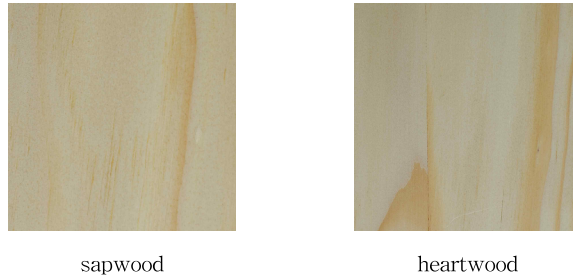


Fig. 5. *Pinus koraiensis* wood

Table 6. Color differences of *Pinus koraiensis* wood

Species		L*	a*	b*	ΔE*ab
<i>Pinus koraiensis</i>	S	80.3±1.2	10.0±1.4	21.1±0.6	3.6
	H	83.4±0.8	8.4±1.5	20.4±0.8	

### 3-5 금강송

Fig. 6은 금강송의 재색 측정시 실물사진이며 Table 7은 접선단면에 대한 재색을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 금강송의 변재는 백색도(L\*) 82.7±0.4, 적색도(a\*) 9.5±0.6, 황색도(b\*) 24.3±0.6이며 심재는 백색도(L\*) 80.8±0.6, 적색도(a\*) 4.2±0.9, 황색도(b\*) 27.7±0.8로 나타났다. 변·심재간의 색차(ΔE\*ab)는 6.5로 National Bureau of Standards에 의하면 “많음”으로 인정된다.



Fig. 6. *Pinus densiflora* for. erecta Uyeki wood

Table 7. Color differences of *Pinus densiflora* for. erecta Uyeki. wood

Species		L*	a*	b*	ΔE*ab
<i>Pinus densiflora</i> for. erecta Uyeki	S	82.7±0.4	9.5±0.6	24.3±0.6	6.5
	H	80.8±0.6	4.2±0.9	27.7±0.8	

### 3-6 낙엽송

Fig. 7은 낙엽송의 재색 측정시 실물사진이며 Table 8은 접선단면에 대한 재색을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 낙엽송의 변재는 백색도(L\*) 76.5±1.2, 적색도(a\*) 12.6±0.9, 황색도(b\*) 20.6±1.0이며 심재는 백색도(L\*) 71.2±2.2, 적색도(a\*) 16.2±1.9, 황색도(b\*) 20.0±0.8로 나타났다. 변·심재간의 색차(ΔE\*ab)는 5.6으로 National Bureau of Standards에 의하면 “상당함”으로 인정된다.

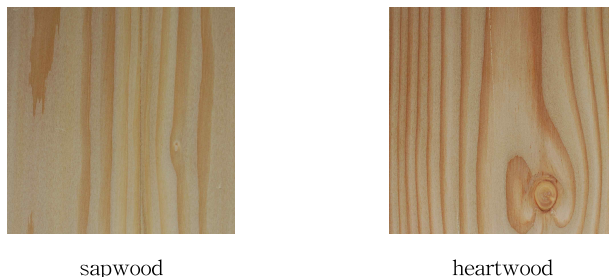


Fig. 7. *Larix kaempferi* wood

Table 8. Color difference of *Larix kaempferi* wood

Species		L*	a*	b*	ΔE*ab
<i>Larix kaempferi</i>	S	76.5±1.2	12.6±0.9	20.6±1.0	5.6
	H	71.2±2.2	16.2±1.9	20.0±0.8	

### 3-7 소나무

Fig. 8은 소나무의 재색 측정시 실물사진이며 Table 9는 접선단면에 대한 재색을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 소나무의 변재는 백색도(L\*) 84.2±0.7, 적색도(a\*) 7.2±1.9, 황색도(b\*) 24.5±0.9이며 심재는 백색도(L\*) 75.6±1.5, 적색도(a\*) 13.3±2.3, 황색도(b\*) 27.4±1.9로 나타났다. 변·심재간의 색차(ΔE\*ab)는 10.9로 National Bureau of Standards에 의하면 “많음”으로 인정된다.

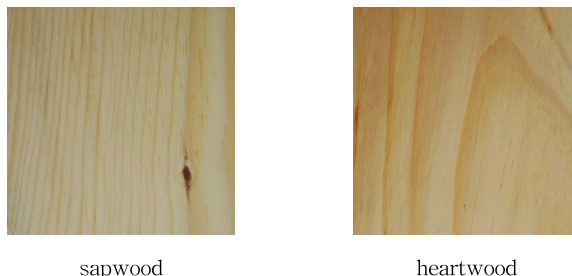


Fig. 8. *Pinus densiflora* wood

Table 9. Color difference of *Pinus densiflora* wood

Species		L*	a*	b*	ΔE*ab
<i>Pinus densiflora</i>	S	84.2±0.7	7.2±1.9	24.5±0.9	10.9
	H	75.6±1.5	13.3±2.3	27.4±1.9	

### 3-8 침엽수재에 나타난 재색의 경향

Fig. 9~Fig. 10은 침엽수재 7수종의 접선단면에 대한 L\*, a\*, b\*값을 비교한 것이다. 심재부의 L\*값은 60.7을 나타낸 향나무가 가장 백색도가 낮았으며, 83.4를 나타낸 잣나무의 백색도가 가장 높았다. 적색도 a\*값은 +3~+22정도의 값을 나타냈으며 금강송이 가장 낮았고 주목이 가장 높았다. 황색도 b\*값은 +20~+30정도의 값을 나타냈지만 7수종의 색상차는 크지 않았다. 변재부의 L\*, a\*, b\*값을 비교하면 L\*값은 73.1을 나타낸 주목이 가장 백색도가 낮았으며 84.2를 나타낸 소나무의 백색도가 가장 높았다. a\*값은 +5~+15정도의 값에 분포하고 있어 채도차가 크지 않았으며 b\*값은 +20~+30정도의 값을 나타내어 7수종의 색상차는 크지 않았다,

심재부와 변재부의 L\*, a\*, b\*값을 비교한 결과, 심재부는 수종간 백색도의 차가 다소 큰 반면에 변재부의 백색도차는 크지 않았다. 심재부는 채도차는 큰 반면에 변재부는 채도차가 크지 않았으나 색상차는 비슷한 결과를 보여 주었다.

박 등(1999)에 의하면 목재 심재부 재색을 평가한 결과, 황색~황갈색은 은행나무·소나무·잣나무에서 나타나는 것으로 서술하고 있는데 본 실험의 결과도 유사하게 나타났다. 그러나 대기중의 노출과 성장환경에 따른 미세한 변화는 있을 것으로 생각된다.

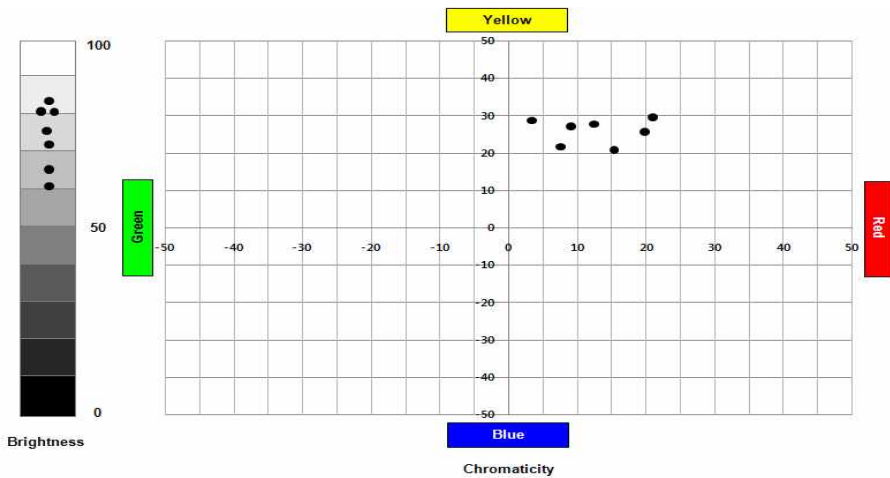


Fig. 9. UCS color system-lab diagram in heartwood of softwoods



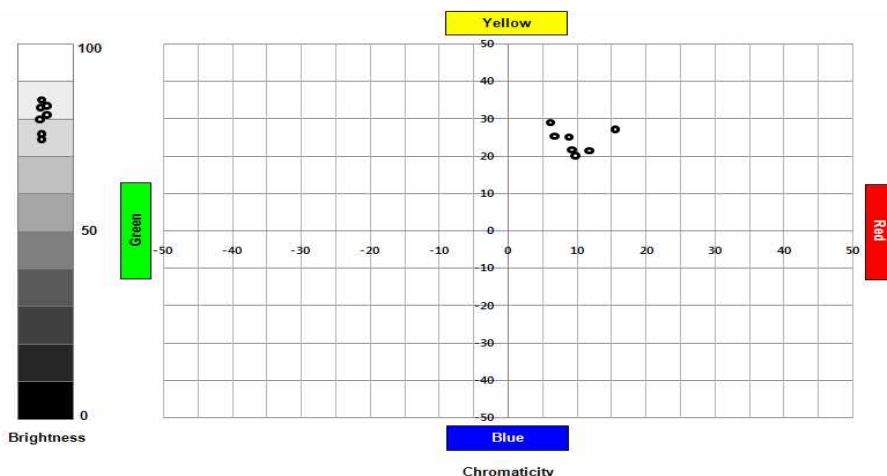


Fig. 10. UCS color system-lab diagram in sapwood of softwoods

#### 4. 결론

국내산 주요 침엽수재 7수종의 재색을  $L^*a^*b^*$ 값과 변·심재간의 색차( $\Delta E^*ab$ )로 실험한 결과, 국내산 침엽수재 7수종의 변재부와 심재부의 전체에서 백색도, 적색도, 황색도의 값이 +값을 나타내어 yellow 및 red계열의 온색 계열을 나타냈다.

변재부와 심재부간 색차는 0~0.5값의 미약한(trace) 색차를 보이는 수종, 0.5~1.5값의 근소한(slight) 차이를 보이는 수종, 1.5~3.0값의 눈에 띄는(noticeable) 정도의 차이를 보이는 수종은 없었으며 은행나무, 잣나무, 낙엽송이 상당한(appreciable) 차이를 보였으며 주목, 금강송, 소나무가 많은(much) 차이를, 향나무는 매우 많은(very much) 차이를 보여 전체적으로 변재부와 심재부 간의 색차는 뚜렷한 것으로 나타났다.

침엽수재 각 수종의 재색평가를 통한 공예적인 활용도는 은행나무의 경우, 목리가 뚜렷하지 않은 특징과 변심재의 색차가 많지 않은 특징을 활용한 소반이나 조각용재의 제작이 가능할 것으로 판단되며 주목은 예부터 나무벼루, 귀새 같은 독특한 용재로 쓰이기도 하고 귀중한 가구재 및 조각재로 이용되고 있어(이 2001), 변심재의 색차를 활용한 조각용재나 소형 공예품으로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

향나무는 화려한 재색의 특징을 활용하여 장식재, 고급가구재, 조각재 외 특별한 용도의 공예품에 사용 가능할 것으로 판단된다. 잣나무는 뚜렷한 목리와 부드러운 재색, 변심재의 색차 특성을 살려 세공 조각재보다는 전통적인 가구재나 기구재 등으로 활용이 가능할 것으로 보이며, 금강송은 변재에 비해 심재의 비율이 상대적으로 높으며 변심재의 색차가 뚜렷한 특징으로 인해 전통적으로 건축재로서 우수한 재질을 가지고 있다고 알려져 있으나(전 2008), 화려한 문양과 뚜렷한 목리와 부드러운 재색의 특징을 살려 가구재로도 활용성이 높을 것으로 판단된다. 낙엽송의 용도는 건축재(구조, 건구, 내장, 마루판 등), 갯목, 침목, 전주, 선박, 펄프 등에 사용하는 것으로

알려지고 있으나 재질의 특성과 재색의 실험 결과, 실내의 벽판 장식재로 활용성이 뛰어날 것으로 판단된다. 특히, 낙엽송 소경목을 활용한 실내 장식재 개발도 가능할 것으로 생각된다. 소나무는 예부터 우리나라에서 가장 많이 활용된 목재로서 변심재의 색차가 매우 뚜렷하며 재질이 우수하여 건축재, 조각재, 공예재 등 활용성이 매우 다양할 것으로 생각된다.

결론적으로 본 연구를 통하여 나타난 국내산 침엽수재 7수종의 심재부와 변재부간 재색차이는 대부분 뚜렷하게 구분되는 것으로 확인되었다. 따라서 변심재의 재색차를 활용한 목공예품, 가구재 등으로 그 활용성이 뛰어날 것으로 판단되며, 재색차의 활용은 디자인적으로도 그 가치가 뛰어날 수 있으며 또한 각 수종별 재색의 특성연구 결과는 향 후 목공예나 가구제작의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 5. 참고문헌

- 김재수, 구창덕, 김동준, 김병로, 박원규, 박재인, 박종문, 신원섭, 신창섭, 조남석, 최태호, 한규성. 2009. 로하스시대의 바이오임업과 이용. 도서출판 개신.: 151.
- 문선옥, 김철환, 김경운, 이영민, 신태기, 김종갑, 박종열. 2007. 색채 목가구 개발을 위한 천연염료의 이용에 관한 연구(제2보). Mokchae Konghak. 35(3): 70-87.
- 문선옥, 김철환, 김경운, 이영민, 신태기, 김종갑, 박종열. 2007. 색채 목가구 개발을 위한 천연염료의 이용에 관한 연구(제3보). Mokchae Konghak. 35(3) :79-87.
- 산림청. 1996. 목재가 인체 및 주거생활에 미치는 영향. 산림청.: 44-131.
- 이광호, 차미영, 정우양, 배현중, 김운수. 2009. 실내 보관 삼나무 목재의 재색 및 화학적·현미경적 변화 특성. 목재공학. 37(6): 566-577.
- 정희석. 2005. 목재용어사전. 서울대학교 출판부.: 194.
- 조재명, 강선구, 허남주, 박상진. 1998. 세계목재도감, 선진문화사.: 13-74.
- 한은주, 조주연. 2005. 디지털 텍스타일 프린팅한 실크의 3차원적 색차 분석, 한국디자인문화학회 Vol. 11-No.2.: 129.
- 박병호, 장재혁, 권성민, 권구중, 김남훈. 2010a. 국산 주요 침엽수재 문양의 출현 형태. 한국가구학회지 Vol. 21 No. 2.: 188-195.
- 박상진, 이원용, 이화형. 1999. 목재조직과 식별, 향문사.: 49-54.
- 엄영근, 남상희. 2005. 알기 쉽고 유익한 목재길잡이. (주) 한국목재신문사.:30-31.
- 이유미. 1995. 우리가 정말 알아야 할 우리나라 백 가지. 현암사.: 121-127, 177-184, 490-495.
- Park, B. H., Kwon, S. M., Kwon, G. J., Jang, J. H., and Kim, N. H., 2010b. Appearance Pattern of Figures in Commercial Domestic Hardwoods ( I ). Journal of the Korean Wood Science and Technology. Vol. 39 No 5: in press
- Li, S. Y. and Kringstad, K. P. 1970. Photosensitive groups in lignin and lignin model compounds. Tappi 53(4): 658-663.
- Roux, D. G. and Paulus, E. 1961. Condensed tannins. 11. Isolation of a condensed tannin from black-wattle heartwood, and synthesis of (±) 7:3':4'-trihydroxyflavan-4-ol. Biochem. J.,

박병호 등 - 국내산 주요 침엽수재 재색을 통한 공예적 가치평가

80: 476-481.

William A. Lincoln, 1999, *World woods in color*, Linden Publishing

北浦 かほる. 1980. 木材における材色の主觀的やわらかさの評価(建築計畫)日本建築學會近畿支部  
研究報告集. 計畫系 (20): 85-88.

松浦 崇遠. 2008. 富山縣産スギ品種の心材色. 富山縣林業技術センター研究報告 (21): 30-35.

善本知孝. 1983. 木材利用の化學 共立出版.: 7-22, 204-215.