잣나무 소경재의 재질평가를 통한 실내장식용재 개발

박병호¹ · 김남훈^{2,*}

강원대학교 ¹디자인대학, ²산림환경과학대학

A Development of Interior Decoration Timber with *Pinus koraiensis* Small Diameter Logs

Byung-Ho Park¹ and Nam-Hun Kim^{2,*}

¹College of Design, Kangwon National University, Samcheok 245-711, Republic of Korea

²College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Republic of Korea

Abstract

Among the domestic softwoods, technical value of *Pinus koraiensis* small diameter logs which have comparatively low applicability was evaluated and sensitive characteristics and physical characteristics were investigated and analyzed for examining if it can be utilized as the interior decoration material. For the sensitive characteristics of *Pinus koraiensis*, wood figure, wood grain, wood color and odor were evaluated and for the physical characteristics, growth-ring width and latewood percentage, abrasion, density, shrinkage, swelling, absorption, roughness and hardness were evaluated. Then, the possibility to be developed as the interior decoration material was found. As the result of evaluating sensitive characteristics and physical characteristics of domestic *Pinus koraiensis*, wood figure, wood grain, color and scent clearly were judged to have excellent visual factor as the interior decoration material. And, physical characteristics were also judged to be excellent, so it is judged to be developed as the interior decoration material. Therefore, as the result of various forms of design pattern with domestic *Pinus koraiensis* small diameter logs, several patterns of interior decoration can be developed by characteristics of each side and colors of heartwood and sapwood. And, in the future, it can be applied to furniture design or interior decoration material for the proper use. Especially, it is considered to contribute to wood applying industry through the study on the quality of domestic small diameter logs which have low applicability.

Key Words: abrasion, density, absorption, roughness, hardness

서론

목재는 천연재료로서 수급과 가공이 다른 재료에 비해 비교적 용이하여 그동안 공예재, 가구재, 건축 내·외장재 등으로 매우 유용하게 사용되어 왔다. 그러나 목재이용학적으로 가치가 있는 목재는 수집중에 불과하며 (Park et al. 1999) 수집중의 목재 중에서도 재질의 특성

에 따라 활용도가 높은 목재와 미활용목재로 뚜렷이 구분되며 특히, 활용도가 높은 대경목이나 중경목에 비해 소경목은 폐목으로 취급받아 그 활용도가 미미한 정도에 그치는 것이 현실이다. 특히, 침엽수재인 잣나무의 소경목은 고급가구나 목공예재, 실내장식용재로는 활용도가 매우 낮은 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 활용도가 낮은 국내산 잣나무 소경목의 공예적 가치

Received: May 8, 2012. Revised: 월 0, 2012. Accepted: 월 0, 2012.

Corresponding author: Nam-Hun Kim

College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Republic of Korea

Tel: 82-33-250-8327, Fax: 82-33-256-8320, E-mail: kimnh@kangwon.ac.kr

를 평가하여 실내장식용재료의 활용을 위해 디자인 패턴화를 전개하고 새로운 형태의 실내장식재를 개발하고자 하였다. 목재의 실내장식적 가치는 수종에 따라, 같은 수종에서도 그 형상과 재질에 따라 다르게 평가된다. 이것은 감각적인 특성과 물리적 특성으로 크게 구분하여 평가할 수 있다. 본 연구의 방법은 잣나무의 감각적 특성으로 문양이나 목리, 재색, 향기 등으로 평가하며, 물리적인 특성은 연륜폭, 만재율, 밀도, 수축과 팽윤, 흡습성, 마모성, 경도, 표면거칠기 등의 평가를 통하여 실내장식용재 개발가능성을 모색하였다. 본 연구의 범위는 국내산 잣나무의 감각적 특성과 물리적 특성 분석을 통해 실내장식적 가치를 평가하여 기초자료를 제공하고 조형적인 관점에서 원목의 목리나 재색을 통한 조형성을 활용한 다양한 디자인 패턴화를 통해 실내장식용재를 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 연구에서는 Table 1에 나타낸 것과 같이 국내에서 생산한 잣나무를 공시재료로 이용하였다.

감각적 특성 측정

문양 및 목리의 출현형태 분석

국내산 잣나무의 방사단면과 접선단면에 출현하는 문양과 목리를 육안으로 관찰, 구분하여 문헌의 문양과 목리를 비교, 분석하였다.

재색 측정

재색은 국내산 잣나무를 변 · 심재로 구분하여 접선단면을 제작하고 색도색차계(Nippon denshoku, NR-3000)를 이용하여 측정하였다. 시료는 표면을 대패로 약 2 mm 정도 깎아 표면에 묻은 오염을 제거한 다음 측정하였다. 색차계는 Fig. 1과 같이 $L^*a^*b^*$ 와 같은 색좌표의 단위 값으로 나타낸다. 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 가로축이 a값, 세로축은 b값으로 나타낸다. +a방향은 red, -a방향은 green, +b방향은 yellow, -b방향은 blue를 나타낸다.

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

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

ΔE^*ab : 색차값, ΔL^* : 백색도, Δa^* : 채도, Δb^* : 색상 색차(ΔE^*ab)값의 결과는 다음 Table 2와 같이 색차 구분방법으로 변 · 심재의 색차를 구분하였다.

향기 성분 분석

향기성분은 각 수종의 목부 중 심재를 미세한 분말로 제작한 후 SPME (Solid Phase Microextraction) 추출법을 적용하여 GC/MS (Gas Chromatography/Mass Spectrometry)를 이용하여 분석하였다.

SPME는 목부의 향기성분을 저 농도로 분석이 가능하고 유해한 용매를 사용할 필요가 없는 친환경적 추출법이다.

분석기기의 조건은 Table 3과 같다.

Fig. 1. Chromaticity coordinates.

Table 2. National Bureau of Standards (Han and Cho 2005)

색차(ΔE^*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)

Table 1. Sample trees

Species	Tree age (year)	DBH (cm)	Locality
<i>Pinus koraiensis</i> S. et Z.	33	23.0	Hongcheon, Kangwon

물리적 특성 측정

함수율

본 실험에 이용된 시료는 국내산 잣나무의 공예적인 가치평가를 위해 장기간 천연건조를 시킨 후 함수율이 10% 정도로 하였으며 KS F 2199 (한국산업규격 2001)에 의거, 목재의 함수율을 측정하였다.

$$MC(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

m_1 : 시험편의 건조 전 질량(g), m_2 : 시험편의 건조 후 질량(g)

연륜폭과 만재율

연륜폭(aw)은 스케일 루페(x10)를 이용하여 KS F 2202 (한국산업규격 2004)에 의거, 횡단면 상에서 방사방향으로 동, 서, 남, 북의 4방향을 측정하여 평균치를 산출하였으며 만재율(hw)은 다음식에 의하여 산출하였다.

$$aw(mm) = \frac{l}{N}$$

l : 측정길이, N : 측정길이에 포함되는 완전한 나이테의 수

$$lp(\%) = \frac{aw - ew}{aw} \times 100$$

lp : 만재율, aw : 연륜폭, ew : 조재폭

밀도

국내산 잣나무를 L: 40 mm x R: 20 mm x T: 20mm 크기의 시편을 변재와 심재로 각각 5개씩 제작하여 KS F 2198 (한국산업규격 2004)에 의거하여 밀도를 측정하였다.

$$P_w = \frac{m_o}{v_w}$$

v_w : 시험편의 부피(cm^3), m_o : 시험편의 무게(g)

수축과 팽윤

국내산 잣나무를 L: 5 mm x R: 30 mm x T: 30 mm 크기의 시편을 변재와 심재로 각각 5개씩 제작하였다. 제작된 시편은 KS F 2203 (한국산업규격 2004)에 따라 수축율과 팽윤율을 측정하였다.

$$S_{ra}(\%) = \frac{l_{rg} - l_{ro}}{l_{rg}} \times 100$$

S_{ra} : 전건수축율, l_{rg} : 생재상태의 방사방향길이, l_{ro} : 전건상태의 방사방향길이

$$S_{ta}(\%) = \frac{l_{tg} - l_{to}}{l_{tg}} \times 100$$

S_{ta} : 전건수축율, l_{tg} : 생재상태의 접선방향길이, l_{to} : 전건상태의 접선방향길이

흡습성

국내산 잣나무를 L: 5 mm x R: 30 mm x T: 30 mm 크기의 횡단면 시편을 변재와 심재로 각각 5개씩 제작하였다. 제작된 시편은 KS F 2204 (한국산업규격 2004)에 따라 측정하였다.

$$\text{흡습성}(g/\text{cm}^2) = \frac{W_2 - W_1}{A}$$

W_1 : 방수 처리 후의 시험체의 질량(g), W_2 : 침지 완료 직후의 시험체의 질량(g), A : 흡수면의 총면적(cm^2)

마모성

국내산 잣나무의 방사단면과 접선단면을 원판디스크(직경 120 mm, 두께 15 mm)를 각각 3개씩 제작하였다. 제작된 시편을 Taber식 마모시험기(WL 210T)를 이용하여 KS M 3332 (한국산업규격 2004)에 따라 마모량을 측정하였다. 회전수는 500회로 하였으며, 시험 전과 후의 질량을 구하여 다음 식으로 마모량을 측정하였다.

$$\text{마모량}(g) = \frac{W_1 - W_2}{500} \times 100$$

W_1 : 시험 전 질량(g), W_2 : 시험 후 질량(g), 500: 시험 회전수

경도

국내산 잣나무의 횡단면, 방사단면, 접선단면 별로 폭 30 mm, 두께 15 mm의 시편을 10개씩 제작한 후, 만능재

Table 3. Condition of GC/MS analysis

GC/MS analysis	Condition
GC (Agilent 7890A)	Column: HP-5MS (30x0.25 mm, 0.25 μm) Column flow: 1 ml/min, He Injection mode: Splitless Inlet temperature: 250°C Oven: 40°C (3 min)-6°C/min-250°C-10°C/min-300°C (3 min) Interface temperature: 280°C
MS (Agilent 5975C)	Ion source: EI, 70 eV Ion source temperature: 280°C Scan range: 35-400 m/z Solvent delay time: 0 min

료시험기를 이용, KS F 2212 (한국산업규격 2004)에 의거하여 측정하였다. 3단면에서 중앙 위치에 5.64 mm의 반지름을 갖는 쇠구슬을 압입시켰으며. 이 때 하중은 매분 0.5 mm의 속도로 하며 약 0.32 mm 깊이까지 쇠구슬을 각 단면별로 최소 3지점 이상에서 압입시켜 다음 식을 이용하여 경도를 측정하였다.

$$H_c = \frac{P}{10} (N/mm^2)$$

P: 압입 깊이가 0.32 mm인 때의 하중(N)

표면 거칠기

국내산 잣나무를 L: 30 mm × R: 30 mm × T: 30 mm 크기의 시편을 320 mesh 샌더 페이퍼로 가공하여 아래와 같이 목재 표면을 휴대용 표면거칠기 측정기(TR-200)로 방사단면과 접선단면을 섬유방향과 평행 또는 수직방향으로 각각 3회씩 측정하여 Ra값(Roughness average: 전체 측정구간에 대한 평균값)을 구하였다.

Ra값은 중심선으로부터 표면에서 측정된 단면곡선까지의 길이를 절대치로 구하였으며 이를 전체 측정구간에 대한 평균값으로 산출하였다.

$$R_a = \frac{Y_1 + Y_5 + Y_{26} + Y_{36} + Y_n}{n}$$

결과 및 고찰

감각적 특성

문양과 목리

잣나무는 오엽송(五葉松), 조선오엽송(朝鮮五葉松), 홍송(紅松), 신라송(新羅松), 과송(果松), 백자목(柏子木), 해송자(海松子), 등으로도 불리우며 영명은 Korean

pine, Korean white pine, Korean nut pine, Cedar pine이라고 부른다(Lee 1997).

우리나라를 대표하는 소나무로 산허리나 골짜기의 비옥한 땅에서 자라며 심재가 발강기 때문에 홍송(紅松)이라고도 한다. 예부터 재목이 가벼워서 판재로 많이 활용되었고, 판재로도 많이 사용하였다. 특히, 수지의 함유량이 많아 세공재보다는 연하고 내구성이 높아 반단이나 껍을 제작하는데 많이 사용하였다. 특히, 잣나무는 연하고 무늬도 아름다우며 색도 좋고 틀어짐이나 수축과 팽창이 적고 가볍기까지 하여 우리나라에서 가장 좋은 목재로 취급된다(Lee 1995).

용도는 건축재의 기둥이나 판재, 교량, 침목, 토목재, 차량재, 기구재, 포장재, 조각재, 악기용재, 조각용재, 관구재, 선박, 목형, 집성목재 등으로 우리나라에서는 여러 가지 용도로 쓰이는 중요한 수종이다.

잣나무에서 나타난 문양(Fig. 2)은 방사방향으로 절삭하였을 때 정목목리로 인한 무절의 문양이 관찰되었다(Fig. 2A, B). 접선방향으로 절삭하였을 때는 전형적인 판목목리에 의한 문양이 관찰되었으며(Fig. 2C), 접선단면상에서는 웅이의 영향으로 인하여 그 주위에 약한 파상문양이 출현하는 경우도 있었다(Fig. 2C, D).

재색

목재의 재색은 목공예나 가구의 제작에 있어서 감각적 특성상 매우 중요한 평가 지표이며 목공예, 가구 및 실내장식용재의 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. 또한 목재가 색채를 띠게 되는 원인 가운데 하나는 목재를 대

Fig. 2. Figures on the radial (A, B) and tangential sections (C, D) of *Pinus koraiensis* wood.

기 중에 방치하였을 때 산화작용을 일으켜 변색이 이루어지는 것으로 암색화되는 현상이 나타나는데(Lee, 2001), 목공예나 실내장식시 주의해야할 사항 중 하나이다.

국내산 잣나무의 변재부와 심재부의 재색은 변재부와 심재부 전체에서 백색도, 적색도, 황색도의 값이 + 값을 나타내어 Yellow 및 Red계열로 나타났다.

Fig. 2와 3은 잣나무의 재색 측정시 식물사진이며 Table 4는 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 ± 0.6 이며 심재는 백색도(L*) 83.4 ± 0.8 , 적색도(a*) 8.4 ± 1.5 , 황색도(b*) 20.4 ± 0.8 로 나타났다. 변 · 심재간의 색차(ΔE^*_{ab})는 3.6으로 National Bureau of Standards에 의하면 “상당함”으로 정의된다.

향기

목재의 향기는 목공예나 실내장식재의 절대적인 가치 요소는 아니지만 실내생활을 주로 하는 현대인들에게 친근감과 안정감을 배가시키는 요소로서 가치는 충분하다. 특히, 시각적인 감각과 촉각적인 감각이 동시에 수행되는 실내장식재는 목재의 향기에 따라 호감의 정도가 달라질 수 있으며 향기를 이용한 실내장식재(천정이나 벽판 등)개발이 가능할 것으로 판단된다.

국내산 잣나무는 침엽수재료 비교적 강한 향기가 낮으며 이는 α -pinene성분의 영향인 것으로 생각된다. 그러나 향기에 대한 판단은 사람마다의 성향이나 신체상황 등에 따라 그 판단은 달라질 수 있다. 예컨대 배가 고플 때 맛있게 느껴지던 음식냄새가 속이 좋지 않을 때는 역하게 느껴질 수 있으며, 같은 냄새라도 각자의 기호에 따라 그 선호도가 달라질 수 있기 때문이다(Park et al. 2010).

Fig. 4는 잣나무 목부 중 심재부의 향기성분을 GC-MS로 분석한 결과이다. 검출된 주요향기 성분은

Fig. 3. *Pinus koraiensis* wood.

(+)- α -pinene (1), myrcene (2), thymyl methyl ether (3), α -longipinene (4), cembrene (5)로 총 5종이 확인되었다.

물리적 특성

연륜폭과 만재율

목재의 연륜폭과 만재율은 수령의 판단과 목공예나 실내장식재의 제작시 매우 중요한 요소의 하나로 목리와 관계 및 목재의 3단면과도 밀접한 관계성을 가지고 있다.

Table 5와 Fig. 5는 국내산 잣나무의 연륜별 연륜폭을 나타낸 것이다. 일반적으로 연륜폭의 변동이 비교적 불안정한 영역과 그 변동이 거의 없는 안정한 영역으로 구분되는데 그 한계가 되는 곳은 수심으로부터 12-15연륜이 되는 부분이다. 국내산 잣나무는 15연륜 이후부터 비교적 안정적인 경향이 나타나 성숙재와 미성숙재의 경계점으로 판단되며 좁은 연륜폭과 작은 만재율을 가진 목재일수록 목재의 문양과 목리가 뚜렷하게 나타날 수가 있으며 그 활용도는 더 높을 수 있다. 성숙재와 미성숙재의 특징은 성숙재는 연륜폭이 비교적 좁은 편이며 미성숙재는 매우 넓게 형성된다. 또한 성숙재는 만재율이 큰 반면에 미성숙재는 만재율이 적다.

밀도

목재의 밀도는 목재의 성질을 추정하거나 최종용도의 적정 사용여부를 결정하는 재질지표로서 각종 물리기계적 성질과 절삭, 건조와 밀접한 관계를 갖고 있으며

Table 4. Color differences

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	

*S, Sapwood; H, Heartwood.

Fig. 4. GC/MS chromatogram of *Pinus koraiensis*.

단일인자로써는 제일 중요하다. 특히, 소경재를 중심으로 실내장식재의 개발연구에 있어서는 매우 중요한 요소이다. Table 6은 실험을 통해 나타난 잣나무의 밀도를 나타낸 표이다.

Table 6과 같이 잣나무의 밀도는 변재부와 심재부 전체에서 0.42-0.47의 분포를 나타냈다. 목재의 밀도가 클수록 절삭시 절삭공구의 마모와 소요동력이 증가되며 건조시 건조속도가 느려지고 건조 결함이 증가되며 접착시 접착압력이 더 필요하며 도장시 도료의 부착성이 저하된다고 서술하고 있다(Kang et al. 2008). 본 연구결과로 나타난 잣나무는 밀도차가 크지 않아 목공예나 실내장식재의 제작상 공구나 기계의 사용에 있어서 밀도차로 인한 문제점은 크지 않을 것으로 판단된다.

수축과 팽윤

수분에 의한 목재의 수축과 팽윤은 매우 현저한 치수의 변화를 일으키므로 목재의 뒤틀림이나 내부응력의 발생원인이 되며 목재의 가공이용상 여러 가지 장애를 일으키므로 반드시 검토한 후 적절한 대책을 세운 뒤 실내장식재를 제작하여야 한다. 특히, 실내장식재는 수분의 영향은 많이 받는 재료로서 수축과 팽윤에 따른 형태의 변화가 생길 수 있으므로 주의가 필요하다.

Table 7은 실험을 통해 나타난 잣나무의 수축과 팽윤율을 나타낸 표이다.

Fig. 5. Growth-ring width of *Pinus koraiensis*.

Table 7과 같이 잣나무의 변재에 대한 기건수축율은 방사방향 2.4, 접선방향 7.6으로 나타나수축율 차이가 현저한 편이었으며 심재에 대한 기건수축율도 방사방향 2.1, 접선방향 6.3으로 나타나 그 차이가 현저한 편이었다.

잣나무의 변재에 대한 전건수축율은 방사방향 3.1로 나타났으며 접선방향은 8.9로 나타났다. 심재에 대한 전건수축율은 방사방향 2.6, 접선방향 7.4로 나타났다. 목재의 수축율은 밀도와 함수율의 영향과 수종, 개체, 부위 및 목재의 크기 등에 따라 많이 다르며 또한 현저한 수축과 팽윤의 이방성을 나타내는 것으로 서술하고 있다(Kang et al. 2008). 이러한 현상은 주로 목재의 구조에 기인되는 것으로 어느 특정 인자가 관계하고 있는 상태를 정량적으로 확인하기 어려운 것으로 서술하고 있어 본 연구결과도 이러한 요인에 의해 다소의 차이를 보이는 것으로 생각된다.

수분에 의한 수축은 치수변화, 뒤틀림, 내부응력의 발생원인이 되며 목재가공과 이용에 있어서 여러 가지 장애를 일으키므로(Kang et al. 2008) 목공예나 실내장식용재 제작에 있어서 중요한 인자로 검토되어야 할 부분으로 판단된다.

잣나무의 변재에 대한 팽윤율은 방사방향이 3.2로 나

Table 5. Growth-ring width and latewood percentage

Species	Growth-ring width (mm)	Latewood percentage (%)
<i>Pinus koraiensis</i>	3.7 ± 1.0	15.7

Table 6. Density (Unit: g/cm³)

Species	Heartwood		Sapwood	
	Air-dried	Oven-dried	Air-dried	Oven-dried
<i>Pinus koraiensis</i>	0.47 ± 0.01	0.46 ± 0.03	0.43 ± 0.01	0.42 ± 0.05

Table 7. Shrinkage and swelling

(Unit: %)

Species		Shrinkage				Swelling		
		Green to air dry		Green to oven dry		Ratio of T/R	Oven dry to green	
		R	T	R	T		R	T
<i>Pinus koraiensis</i>	S*	2.1 ± 0.3	6.3 ± 0.0	2.6 ± 0.3	7.4 ± 0.1	2.8	2.7 ± 0.4	8.0 ± 0.1
	H*	2.4 ± 0.2	7.6 ± 0.2	3.1 ± 0.1	8.9 ± 0.1	2.9	3.2 ± 0.1	9.8 ± 0.1

*S, Sapwood; H, Heartwood.

타났으며 접선방향은 9.8로 나타나 접선방향 팽윤율이 높게 나타났다.

심재의 팽윤율은 방사방향이 2.7로 나타났으며 접선방향은 8.0으로 나타나 접선방향 팽윤율이 높게 나타났다.

목재의 수축과 팽윤을 예방하는 방법에 대한 내용은 다음과 같다(Kang et al. 2008). 평형함수율에 알맞은 함수율까지 건조하여 가공, 섬유유향과 직교하도록 만들어진 재료의 사용, 강도가 유지되는 한 비중이 작고 가벼운 재의 사용, 정목판재를 사용, 고온 처리하여 사용, 표면에 도장 및 치수안정 처리하여 사용 등이며 특히, 목공예나 가구제작은 일반 목구조물과 달리 정교한 기술과 기능으로 제작되는 세공품으로 수축과 팽윤의 영향을 직접적으로 받기 때문에 이에 대한 대책을 마련하고 제작되어야 할 것으로 판단된다.

흡습성

흡습성은 목재를 이용한 실내장식재의 제작에 있어서 매우 중요한 인자로 제작 전의 목재건조상태의 점검과 제작 후의 목재변형을 방지할 수 있는 특성이 있다.

Table 8은 잣나무에 대한 흡습성을 측정한 결과이다. 40°C, 75%의 온습도 조건에서의 낙엽송의 평형함수율은 변재는 6.3%의 범위였고, 심재는 8.0%의 범위였다. 변재가 심재보다 낮게 나타났다.

40°C, 90%의 조건에서의 잣나무의 평형함수율은 변재는 6.7%의 범위였고, 심재는 8.3%의 범위였다.

국내산 잣나무의 40°C, 75% · 40°C, 90%의 온습도 조건에서 흡습성은 변심재 모두에서 실내장식재로 제작하는데 안정적인 경향을 나타냈다.

Fig. 6은 40°C, 75%의 흡습조건에서 잣나무의 수분흡습에 따른 중량변화를 나타낸 그래프이다. 변재는 수분흡습에 의해 중량이 증가하다가 10-11일 정도에서 평형상태를 유지하였으며 심재도 비슷한 경향을 보여주었다. 변 · 심재간의 흡습성 차이는 없었다.

Table 8. Absorption (Unit: %)

Species		Equilibrium moisture content	
		40°C (75%)	40°C (90%)
<i>Pinus koraiensis</i>	S*	6.7 ± 0.9	8.3 ± 0.9
	H*	6.3 ± 0.3	8.0 ± 0.2

*S, Sapwood; H, Heartwood.

마모성

공예적인 관점에서 보면 제작상의 손실, 즉, 마모는 1차 손실과 사용 중에 발생하는 2차 손실로 구분이 가능할 것으로 판단되며 시각적으로 직접적인 영향을 주는 인자라고 보기는 어려워도 목재표면의 마감처리에 영향을 줄 수 있으므로 공예적 가치판단의 기초자료로 활용할 수 있다. 실내장식용재의 1, 2차 손실을 방지할 수 있는 목재 함수율의 적절한 조절과 밀도를 필요할 것으로 생각된다.

Table 9는 잣나무에 대한 단면별 마모량을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 일반적으로 접선단면에 비하여 방사단면의 마모량이 많은 편이지만 잣나무는 마모량 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

잣나무의 마모량은 전반적으로 밀도와 연관성을 가지고 있는 것으로 나타났으며 마모저항은 비중에 비례하며, 목재 표면의 경도 및 전단강도 등이 증가할수록 마모저항이 증가하며 마모량은 감소하는 경향을 나타내다고 알려져 있으며, 본 연구에서 잣나무의 밀도와 경도 등의 실험결과와 마모량의 관계도 이를 비교적 잘 나타내주고 있다. 또한, 방사단면과 접선단면의 마모량 차이는 크지 않으며 큰 비중재일수록 방사단면과 접선단면의 차이는 작아진다고 서술하고 있는데(Kang et al. 2008) 본 실험의 결과도 유사하게 나타났다.

경도

경도는 실내장식용재의 제작시 기본적인 지표자료로서 중요한 요소이다. Table 10은 잣나무의 경도 값을 나타낸 표이다. 잣나무의 변재부, 심재부 전체에서 횡단면

Fig. 6. Absorption of *Pinus koraiensis* wood at 40°C, 75% (RH).

Table 9. Abrasion (Unit: g)

Species	Radial section	Tangential section
<i>Pinus koraiensis</i>	0.050 ± 0.011	0.049 ± 0.004

이 가장 높게 나타났으며 접선단면과 방사단면은 비슷한 비율로 나타났다.

Table 10과 같이 심재부의 경도값과 변재부의 경도값은 수종에 따라 다르며 일정한 경향을 나타내지 않고 있다고 보고되었으며(Hong and Lee 1992), 본 실험의 결과, 잣나무의 경우는 횡단면에서는 변재부가 크며 방사, 접선단면은 변재부와 심재부가 비슷하게 나타나 유사한 결과가 나타났다.

목재의 경도는 수종에 따라 다르며 동일 수종 내에서도 비중, 섬유방향, 함수율, 용이의 유무 또는 춘, 추재 등에 의한 변이를 나타내고 수종간 경도차이는 비중에 비례하는 경향을 띤다고 서술하고 있으며, 본 실험의 결과 전반적으로 비중에 비례하는 경향을 띠는 것으로 확인되었다. 목재의 경도는 목구멍과 종단면 모두 비중에 비례하여 증가한다. 동일 비중의 재에서는 횡단면의 경도가 가장 크고 종단면에서는 접선단면이 방사단면보다 약간 크다고 서술하고 있으며(Kang et al. 2008), 본 실험의 결과 낙엽송은 접선단면보다 방사단면이 약간 크게 나타나 일반적으로 알려진 것과는 다소의 차이를 보였다.

목재의 경도는 잣나무의 합리적인 이용을 위한 중요한 기초자료이며 공예재나 실내장식용재로의 가치가 충분한 수종으로 경도 실험을 통한 공예적 가치평가의 중요한 자료로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

표면거칠기

Table 11은 잣나무의 방사단면과 접선단면의 표면 거

Table 10. Hardness (Unit: N/mm²)

Species		Cross section	Radial section	Tangential section
<i>Pinus koraiensis</i>	S*	17.8±1.8	10.6±1.2	9.1±0.6
	H*	19.9±6.3	11.4±1.5	9.0±1.6

*S, Sapwood; H, Heartwood.

칠기를 측정된 표이다. 섬유방향과 평행한 방향으로 측정하였을 때 평균거칠기(Ra)는 방사단면의 심재부에서 1.672 μm 값을 나타냈으며 변재부에서는 1.780 μm 값을 나타냈다. 접선단면의 심재부에서 2.066 μm 로 값을 나타냈으며 변재부에서는 1.822 μm 값을 나타냈다.

섬유방향과 직각방향으로 측정하였을 때 평균거칠기는 방사단면의 심재부에서 6.775 μm 값을 나타냈으며 변재부에서는 7.538 μm 값을 나타냈다. 접선단면의 심재부에서 3.234 μm 값을 나타냈으며 변재부에서는 3.101 μm 값을 나타냈다.

전체적으로 섬유방향과 평행한 방향으로 측정된 값보다 섬유방향과 직각방향으로 측정된 표면거칠기 값이 더 높게 나타났으며 방사단면과 접선단면의 표면거칠기 값은 방사단면의 값이 더 높게 나타났다.

본 실험은 320 mesh 샌더 페이퍼로 가공하였는데, 이는 목공예나 가구제작시 도장을 하기전의 표면 마감처리가 가장 안정화 될 수 있는 상태이기 때문이다.

일반적으로 목재표면의 거칠기는 표면의 미세한 요철을 양적으로 표현한 값으로 Ra값(Roughness average, 중심선 평균값)을 구하여 비교, 분석하였다.

목재의 표면거칠기는 밀도나 경도, 마모성, 수축, 팽윤, 흡습성 등의 물리적 특성과는 직접적인 관련이 없는 것으로 판단되며 목공예나 실내장식재의 제작에 있어 연마, 도장 등과 같은 목재 표면의 가공정도를 파악하는 지표로서 공예적인 가치평가의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

실내생활을 주로 하는 현대인들의 생활방식에서 실내장식용재 표면거칠기 결과는 제작상의 중요한 인자뿐만 아니라 도장의 방법을 결정짓는데 참고자료로 유용하게 이용될 수 있을 것으로 보인다.

잣나무 문양의 패턴화를 통한 실내장식용재 디자인 연구

국내산 잣나무의 미관적 특성과 물리적 특성의 실험을 통해 나타난 결과는 외국산재의 소나무과 수종의 특성과 유사한 결과가 나타나 활용성이 충분하며 특히, 잣

Table 11. Roughness

(Unit: μm)

Species		Parallel to the grain (Ra)		Perpendicular to the grain (Ra)	
		Heartwood	Sapwood	Heartwood	Sapwood
<i>Pinus koraiensis</i>	R*	1.672±0.418	1.780±0.090	6.775±0.045	7.538±0.598
	T*	2.066±0.440	1.822±0.417	3.234±0.316	3.101±0.165

*R, Radial direction; T, Tangential direction.

나무의 미관적인 특성을 살린 실내장식용재의 연구와 개발이 가능할 것으로 판단되었다.

잣나무 문양이나 목리의 특성을 활용한 실내장식용재의 패턴화는 기본적으로 세부 형태를 정사각형으로 제작 한 후 면접기의 형태를 곡선형과 직선형으로 디자인하였다. 곡선형과 직선형은 제작상의 수월함과 경제성을 고려한 것이며 대량생산의 가능성을 염두에 둔 것이다.

반원형과 사각형은 방사방향, 접선방, 변재부, 심재부로 구분하여 각각 4종류, 전체적으로 8종류의 실물모형을 제작한 후 패턴화를 시도하였다. 실물모형의 크기는 100x100 mm 크기와 50x50 mm 크기의 2종류를 다양한 형태로 배치하여 디자인하였다.

패턴화 결과, Table 12와 같이 잣나무 감각적 특성의 재색분석에서 나타난 결과와 마찬가지로 변재부(A-1

Type, A-3 Type)보다 심재부(A-2 Type, A-4 Type)의 색채가 짙게 나타났으며 방사방향으로 제작된 실내장식재가 접선방향으로 제작된 실내장식재보다 다소 안정감을 주었다. 그 원인은 접선방향은 목리가 U자 형태를 띠어 다소 자연스러운 분위기를 연출하게 되지만 방사방향은 I자 형태를 띠어 다소 정제된 분위기가 연출하기 때문으로 판단된다.

Table 13은 잣나무 직선형의 패턴화 결과로 변재부보다 심재부의 색채가 짙게 나타났으며 방사방향으로 제작된 것이 접선방향으로 제작된 것 보다 다소 경직된 분위기를 연출하였다. 이는 목리와 디자인에 있어서 직선으로만 디자인된 탓으로 여겨진다.

전체적으로 곡선형의 패턴과 직선형의 패턴을 비교한 결과 곡선형 패턴보다 직선형의 패턴이 다소 입체감이 뚜렷하였으며 제작상의 난이도는 비슷한 것으로 보

Table 12. Pattern of *Pinus koraiensis* (Straight line Design)

Type	Model	Parttern
R-1 type 방사방향 (변재부)
R-2 type 방사방향 (심재부)
R-3 type 접선방향 (변재부)
R-4 type 접선방향 (심재부)

인다. 그 외 변재부의 패턴양식은 심재부의 패턴양식보다 다소 색상이 밝아 실내공간의 용도, 분위기에 따라 배열이 가능하며 서로 혼합하여 사용하여 배열하는 방법도 가능할 것으로 판단된다.

결론

본 연구는 목재가 가지는 감각적인 특성과 물리적인 특성을 실험과 분석을 통하여 기본적인 재질지표를 파악하고 디자인 패턴을 구축하여 실내장식재료의 디자인 적용방안을 제시하고자 하였으며 값비싼 외국산재의 대체 효과의 가능성을 파악하고자 하였다.

국내산 잣나무의 감각적 특성 평가에서 목리, 목재문양, 재색, 향기 등이 변재부보다 심재부에서 다소 안정적인 결과가 나타나 실내장식재료의 활용도는 뛰어난 것으로 판단되며 목리와 문양의 특성을 강조한 디자인 개발이 가능하며 재색은 절삭부위에 따라 다소 차이는 있을 수 있으나 실내의 따뜻한 분위기를 연출 및 향기분석의 결과, 쾌적한 실내환경을 조성하는데 다소의 도움을 줄 수 있는 것으로 생각된다.

물리적 특성 평가는 소경재의 특성상 다소 변형의 가능성은 있으나 실내장식재료의 활용은 충분한 것으로 생각된다. 잣나무의 연륜폭과 만재율은 재질의 특성 파악을 통한 제작상의 지표로 활용이 가능하며 밀도, 수축과 팽윤, 흡습성, 마모성, 경도, 표면 거칠기 등의 실험결과 또한 실내장식재료의 적용에 있어서 재질지표로 충분히 활용 가능한 것으로 판단된다. 국내산 잣나무는 수입산재의 특성 연구결과와도 유사한 것으로 나타났으며 다소 불안정한 부분은 충분한 검토와 방지대책을 마련한 후 활용이 가능할 것으로 판단된다.

목재를 주재료로 하는 실내장식용재는 대체적으로 목재재료를 많이 사용하고 있으나 본 연구의 결과로 볼

때 잣나무는 소경목으로도 실내장식재료로 활용이 가능하며 가격 경쟁력이 있으며 각 단면의 재색과 목리, 문양에 따라 패턴을 달리 할 수 있어 다양한 연출이 가능하며 수입대체재 뿐만 아니라 원목의 특성을 살릴 수 있을 것으로 보인다.

이상의 결과, 국내산 잣나무 소경목도 수입재의 소나무과 수종에서 나타나는 다양한 목재문양과 목리가 뚜렷하게 출현되었으며 그동안 수입재, 혹은 폐목으로 취급받아 오던 잣나무를 점차 국산재로 대체할 수 있는 가능성이 있으며 향후 잣나무 외에 국내산 미활용목재의 재질평가와 디자인 개발을 통하여 뛰어난 국산재의 활용도가 높아지기를 기대해 본다.

참고문헌

- Han EJ, Cho JY. 2005. Research reports: Color analysis of printed silk with digital textile printing method. *Journal of the Korean Society of Design Culture* 11:126-134.
- Hong SI, Lee WY. 1992. Studies on the Hardness of Woods. *J For Sci* 8: 21-33.
- Kang CW, Kim NH, Kim BR, Kim YS, Byeon HS, So WT, Yeo HM, Oh SW, Lee WH, Lee HH. 2008. *Wood Physics and Mechanical Properties*. HyangMusSa, Seoul, Korea.
- Lee PW. 1997. *Characteristics of wood timber grown in Korea and its application*. Seoul National University Press, Seoul, Korea.
- Lee PW. 2001. *Wood Anatomy*. Seoul National University Press, Seoul, Korea.
- Lee YM. 1995. *The Korean wood species that we have to know*. HyunAmSa, Seoul, Korea.
- Park BH, Lee JY, Hong SH. 2010. Research reports: A Study on the Modern Furniture Design Application through the Wood Figure Analysis. *Journal of the Korean Society of Design*
- Park SJ, Lee WY, Lee HY. 1999. *Wood Tissue & Identification*. HyangMusSa, Seoul, Korea.