

## 목공예적 가치평가를 위한 수종의 국내산 목재의 물리적 특성 평가

장재혁<sup>1</sup> · 권성민<sup>1</sup> · 권구중<sup>1</sup> · 박병호<sup>2</sup> · Fauzi Febrianto<sup>3</sup> · 김남훈<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>강원대학교 산림환경과학대학, <sup>2</sup>강원대학교 디자인대학, <sup>3</sup>인도네시아 보고르농업대학

### Evaluation of the Physical Properties of Some Unused Domestic Woods Designed for Woodcraft Materials

Jae-hyuk Jang<sup>1</sup>, Sung-Min Kwon<sup>1</sup>, Gu-Joong Kwon<sup>1</sup>, Byung-Ho Park<sup>2</sup>, Fauzi Febrianto<sup>3</sup>, and Nam-Hun Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

<sup>2</sup>College of Design, Kangwon National University, Samcheok, 245-711, Korea

<sup>3</sup>Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University, PO Box 168 Bogor 16001, Indonesia.

**ABSTRACT** : In an effort to evaluate the qualities of the unused woods designed for art materials, Yellow pine, Pitch pine, Suwon poplar, Platanus and Cherry grown in Korea has been investigated in the study. Physical and mechanical properties such as density, hardness, roughness, and abrasion of the woods were examined. Among the five species, Cherry wood showed the highest density in green, air-dried and oven-dried conditions. Hardness of Cherry wood was higher than those of Suwon poplar and Platanus. In softwoods, Pitch pine showed greater hardness than Yellow pine. Yellow pine and Platanus had the highest values of wood surface roughness. Abrasion value of cross, radial and tangential sections was the highest in Yellow pine and Suwon poplar. It has been concluded from the experiment that physical and mechanical properties such as density, hardness, roughness, and abrasion of the woods can be used as an indicator of the suitability for woodcraft material.

**Keywords** : *Pinus ragida*, *Pinus strobus*, *Platanus occidentalis*, *Prunus serrulata*, *Populus tomentiglandulosa*, Hardness, Roughness, Abrasion

### 서 론

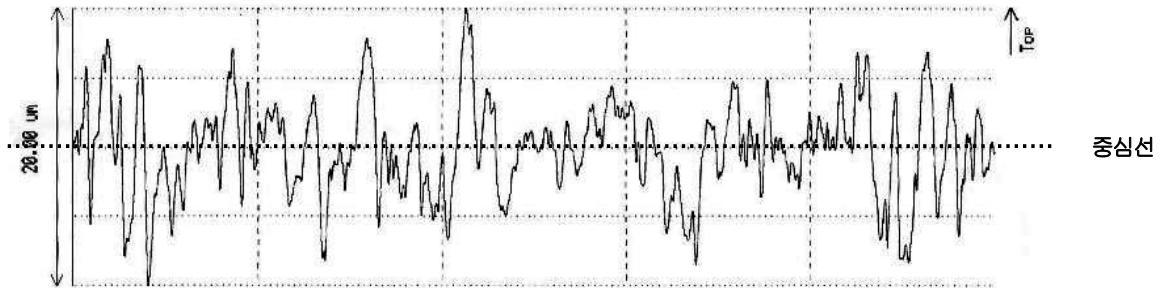
목재는 생물세포가 만들어낸 자연친화적 소재로써 비강도가 크고, 성형 및 조립이 용이한 장점을 가지며, 따라서 건축구조물, 가구, 기구, 인테리어 소품 등 다양하게 활용되고 있고 수요도 크게 증가하고 있다. 최근 성형합판기술과 다양한 접착제의 발달로 새롭고, 자유로운 조립형태의 무늬목이나 목공예품 제작이 가능하게 되었으며, 그 형태 또한 다양한 디자인의 발전과 함께 짜임새있고, 세련되어지고 있는 추세이다(Byung-Ho Park et al. 2010). 그러나 국내산 수종 목재의 물리적 특성연구를 통한 목공예품 개발 연구는 아직 미비한 실정이며(Sun-Ok Moon et al., 2007), 목재를 주로 수출하는 국가들의 자국 목재자원보호 정책과 환경 문제 등으로 인하여 목재수급 및 확보가 점차 어려워지고 있

는 실정이다.

따라서 국내에 상당수 식재되어 있으나 미이용 수종 혹은 저급목재로 평가되고 있는 수종들의 재질특성을 이해하는 것은 목재의 효율적 활용에 크게 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 리기다소나무는 국내에 식재된 침엽수의 약 15.2%를 차지하지만, 재질이 좋지 못하여 용재수종으로는 부적합하고 펄프, 사방 및 연료용 재료로 사용되며, 스트로브잣나무는 건축, 가구, 펄프재 등으로 활용되고 있다(Korea Forest Service, 2009). 우리나라 도시 가로수의 24.5%는 버즘나무이며, 그 밖에 뱃나무와 포플러도 상당수 식재되어있으며, 이 중 은사시나무는 수원사시나무와 은백양 사이에서 교잡된 국산 고유 수종으로 가볍고 연하며, 연한백색의 외형을 가지고 있다. 전보(Jae-Hyuk Jang et al. 2009)에서는 리기다소나무, 스트로브잣나무, 버즘나무, 뱃나무 및 은사시나

Table 1. Sample trees

| Species   | Tree age (year) | DBH (cm) | Locality   |
|---|-----------------|----------|--|
| <i>Pinus strobus</i> L.                                   | 30              | 40.1     | Kangwon National University campus forest, Chuncheon, Gangwon-do |
| <i>Pinus rigida</i> Mill.                                 | 29              | 21.3     |  |
| <i>Populus tomentiglandulosa</i> T.Lee                    | 28              | 46.0     |  |
| <i>Platanus occidentalis</i> L.                           | 36              | 63.1     |  |
| <i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> (Max.) Wils | 27              | 24.1     |  |



무의 해부학적 특성을 중심으로 보고하였다. 본 연구에서는 이들 5개 수종의 물리적 특성을 평가함으로써 목공예나 실내장식재 등으로 활용하는데 지표가 될 수 있는 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시재료

본 실험에서는 강원대학교 구내림에서 채취한 스트로브잣나무, 리기다소나무, 은사시나무, 버즘나무, 뱃나무 총 5개 수종을 공시재료로 이용하였다. 공시재료의 개요는 Table 1에 나타냈다.

### 2. 실험방법

#### 2.1 밀도 측정

각 수종의 변·심재를 구분 후, 현행 KS 기준에 의거하여 밀도(KS F 2198, 2006)를 측정하였다.

#### 2.2 경도 측정

각 수종별로 폭 30 mm, 두께 15 mm의 시편을 제작한 후, 만능재료시험기(Instron 4482)를 이용하여 3단면에서 중앙위치에 10 mm의 반지름을 갖는 쇠구슬을 압입시키며,

이때 하중속도는 0.5 mm/분로 하였다. 약 0.32 mm 깊이까지 쇠구슬을 각 단면별로 최소 3개소 이상의 부위에 압입하여 현행 KS 기준에 의거하여 경도(KS F 2212, 2009)를 측정하였다.

#### 2.3 표면거칠기 측정

각 수종의 단면별 시편을 제작한 후, 휴대용 표면 거칠기 측정기(DIAVITE DH-6, Switzerland)을 이용하여 횡단면의 경우는 연륜방향과 평행 또는 수직방향으로, 방사단면과 접선단면의 경우는 섬유방향과 평행 또는 수직방향으로 각각 3회씩 측정(Oner U and N Ayrlimis, 2005)하여 Ra, RzDIN, Rmax 등을 측정 하였다.

- 1) Ra(중심선 평균값) : 전체 측정 구간에 대한 평균값
- 2) RzDIN(10점 평균 거칠기) : 기준선으로부터 가장 높은 5개의 산과, 가장 낮은 5개의 골들 각각의 평균거리
- 3) Rmax(최대 거칠기) : 측정값 중 가장 높은 산과 가장 낮은 골 사이의 거리

#### 2.4 마모량 측정

각 수종의 단면별 원판을 직경 120 mm, 두께 15 mm 크기로 제작하여 Taber식 마모시험기(WL210T)를 이용하여 마모량을 측정 하였다. 회전수는 500회로 하며, 시험 전, 후의 질량을 구하고 현행 KS 기준에 의거하여 마모량(KS F 2215, 2006)을 측정하였다.

**Table 2.** Density of sample woods

unit : (g/cm<sup>3</sup>)

|           |            | <i>P. strobus</i> | <i>P. rigida</i> | <i>P. tomentiglandulosa</i> | <i>P. occidentalis</i> | <i>P. serrulata</i> |
|-----------|------------|-------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|
| Sapwood   | Green      | 0.70<br>±0.03     | 0.68<br>±0.03    | 0.60<br>±0.02               | 0.83<br>±0.01          | 0.94<br>±0.01       |
|           | Air-dried  | 0.36<br>±0.01     | 0.56<br>±0.03    | 0.54<br>±0.02               | 0.60<br>±0.01          | 0.75<br>±0.03       |
|           | Oven-dried | 0.33<br>±0.01     | 0.53<br>±0.03    | 0.51<br>±0.02               | 0.56<br>±0.01          | 0.71<br>±0.03       |
| Heartwood | Green      | 0.42<br>±0.02     | 0.75<br>±0.02    | 0.66<br>±0.02               | 0.91<br>±0.02          | 1.02<br>±0.03       |
|           | Air-dried  | 0.31<br>±0.01     | 0.68<br>±0.02    | 0.60<br>±0.03               | 0.67<br>±0.02          | 0.75<br>±0.01       |
|           | Oven-dried | 0.28<br>±0.01     | 0.64<br>±0.03    | 0.57<br>±0.03               | 0.63<br>±0.02          | 0.73<br>±0.01       |

**Table 3.** Hardness of wood samples

unit : (N/mm<sup>2</sup>)

|                    | <i>P. strobus</i> | <i>P. rigida</i> | <i>P. tomentiglandulosa</i> | <i>P. occidentalis</i> | <i>P. serrulata</i> |
|--------------------|-------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|
| Cross section      | 33.1<br>±1.5      | 64.6<br>±11.9    | 50.8<br>±14.8               | 59.6<br>±13.1          | 93.3<br>±21.5       |
| Radial section     | 9.4<br>±1.3       | 15.0<br>±1.9     | 13.4<br>±2.0                | 20.3<br>±7.4           | 48.4<br>±9.4        |
| Tangential section | 13.9<br>±2.4      | 14.8<br>±3.9     | 24.4<br>±2.5                | 39.0<br>±9.7           | 51.7<br>±14.1       |

## 결과 및 고찰

### 1. 밀도

Table 2는 각 수종별 밀도를 나타낸 표이다. 심재부에서 생재밀도, 기건밀도 및 전건밀도는 모두 벗나무가 가장 높은 값으로 나타났으며, 스트로브잣나무가 가장 낮았다.

변재부에서도 벗나무재의 생재밀도가 가장 높았고 은사시나무의 생재밀도가 가장 낮았다.

기건밀도와 전건밀도는 심재부와 동일하게 스트로브잣나무가 가장 낮았다. 생재밀도는 함수율에 크게 의존하므로 은수원사시나무의 생재함수율이 낮은 때문으로 사료된다.

### 2. 경도

Table 3은 각 수종별 경도의 측정 결과이다. 스트로브잣나무는 3단면중 횡단면이 33.14 N/mm<sup>2</sup> 로 가장 높게 나타났고, 방사단면이 9.39 N/mm<sup>2</sup> 로 가장 낮게 나타났다. 리기다소나무 또한 횡단면이 64.61 N/mm<sup>2</sup> 로 가장 높았으나, 방사단면과 접선단면 간에는 큰 차이가 나타나지 않았으며,

활엽수 세 수종도 이와 같은 경향을 나타냈다. 결과적으로 횡단면의 경도값이 방사단면과 접선단면보다 높게 나타났으며, 방사단면과 접선단면 간에는 큰 차이를 보이지 않았으나, 리기다소나무를 제외하고 모든 수종에서 방사단면이 가장 작은 경도값을 나타냈다.

목재의 경도는 수종에 따라 다르며 동일 수종 내에서도 비중, 섬유주향, 함수율, 용이의 유무 또는 조-만재 등에 의한 변이를 나타내고, 일반적으로 비중에 비례하는 것으로 알려지고 있으며(강 등, 2008). 본 실험의 결과 역시 경도가 비중에 비례하는 경향을 띠는 것으로 확인되었다.

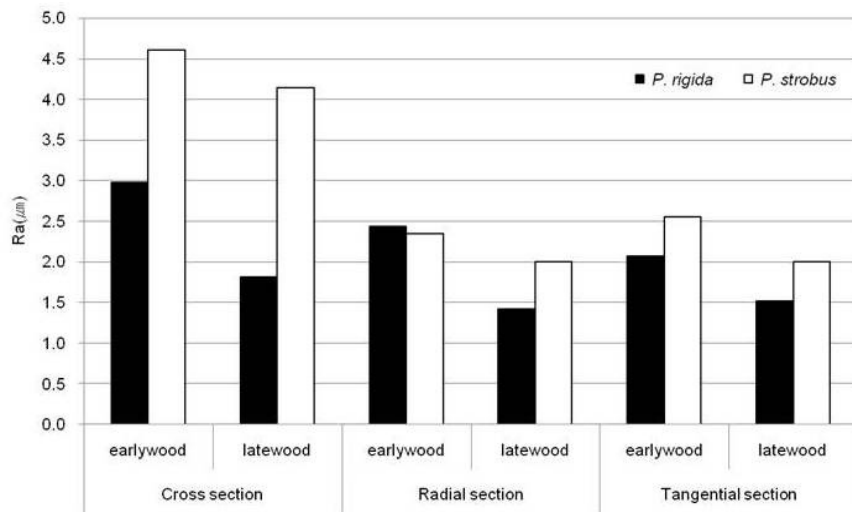
### 3. 표면거칠기

Table 4는 침엽수의 각 단면별 표면 거칠기를 측정한 결과이다. 목공예품의 표면 거칠기는 섬유주향 및 절삭기구에 큰 영향을 받기 때문에(Takada et al., 1987) 두가지 조건으로 실험하였다. 섬유방향과 평행한 방향으로 측정기의 센서가 지나도록 하였을 경우, 스트로브잣나무의 평균 거칠기 (Ra)는 방사단면이 1.99 μm, 접선단면이 2.00 μm로 나타났고, 횡단면에서 접선방향으로 연륜과 평행하게 센서가 지나

**Table 4.** Roughness of *P. strobus* and *P. rigida* woods

unit : ( $\mu\text{m}$ )

| Direction                  | Species | <i>P. strobus</i> |            |            | <i>P. rigida</i> |            |            |
|----------------------------|---------|-------------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
|                            | Section | R section         | T section  | C section  | R section        | T section  | C section  |
| Parallel to the grain      | Ra      | 1.99±0.10         | 2.00±0.16  | 4.61±0.27  | 1.95±0.46        | 1.94±0.29  | 3.13±0.92  |
|                            | RzDIN   | 9.79±0.59         | 10.71±1.00 | 23.91±3.71 | 10.50±1.40       | 10.18±1.67 | 17.09±4.18 |
|                            | Rt      | 14.16±1.72        | 15.10±2.47 | 30.71±6.70 | 15.18±1.68       | 13.84±2.69 | 22.60±3.82 |
|                            | Rmax    | 12.59±2.49        | 14.38±3.29 | 28.82±6.50 | 13.86±2.36       | 12.76±2.31 | 19.88±4.65 |
| Perpendicular to the grain | Ra      | 5.02±0.23         | 4.17±0.45  | 3.77±0.41  | 4.08±0.58        | 4.14±0.45  | 3.28±0.30  |
|                            | RzDIN   | 27.32±0.07        | 23.08±2.48 | 20.02±2.79 | 23.05±2.90       | 24.46±1.95 | 17.96±0.19 |
|                            | Rt      | 33.97±3.70        | 31.24±1.76 | 27.45±2.38 | 32.08±1.56       | 36.49±9.54 | 25.45±2.68 |
|                            | Rmax    | 32.08±3.46        | 30.40±1.85 | 24.29±2.89 | 30.18±2.28       | 33.13±5.71 | 24.51±2.55 |



**Fig. 1.** Roughness in the earlywood and latewood of *P. strobus* and *P. rigida*.

도록 측정된 결과는 4.61  $\mu\text{m}$ 로 나타났다. 리기다소나무의 경우 또한 횡단면은 3.13  $\mu\text{m}$ 로 측정되었지만, 방사단면과 접선단면은 각각 1.95  $\mu\text{m}$ , 1.94  $\mu\text{m}$ 로 큰 차이를 나타내지 않았다. 반면에 센서가 섬유방향과 직각되게 측정하였을 경우, 스트로브잣나무는 방사단면이 5.02  $\mu\text{m}$ 로 가장 거칠게 측정되었고, 방사단면과 접선단면은 각각 4.17  $\mu\text{m}$ , 3.77  $\mu\text{m}$ 로 측정되었고, 리기다소나무도 유사한 경향을 나타냈다. 결과적으로 섬유방향과 평행하게 거칠기를 측정한 값보다 섬유방향과 직각되게 측정한 값이 높게 나타났고, 센서가 지나는 방향과 상관없이 방사단면과 접선단면 간에는 큰 편차를 나타내지 않았으며, 전체적으로 리기다소나무보다 스트로브잣나무가 다소 거칠게 나타났다.

Fig. 1은 침엽수재의 조·만재별 표면 거칠기 값을 나타낸 그래프이다. 방사단면의 조재부를 제외한 모든 부위에서 스트로브잣나무가 리기다소나무보다 높게 측정되었다. 방사

단면과 접선단면에 비해 횡단면이 높은 것으로 나타났고 방사단면과 접선단면 간에는 큰 차이를 나타내지 않는 것을 확인할 수 있었다. 상대적으로 공극이 많은 구조로 되어있는 조재부가 만재부보다 다소 거칠게 나타났으나, 그 차이가 크지 않은 점으로 미루어보아 표면 거칠기에 조·만재의 분포율이 미치는 영향은 매우 미미한 것으로 생각된다.

Table 5는 활엽수의 각 단면별 표면 거칠기를 나타낸 표이다. 은사시나무의 경우 섬유 및 연륜방향과 평행한 방향으로 측정하였을 때, 횡단면은 3.70  $\mu\text{m}$ , 방사단면은 1.37  $\mu\text{m}$ , 접선단면은 1.40  $\mu\text{m}$ 로 나타났다. 섬유 및 연륜방향과 직각되게 측정된 경우는 횡단면이 3.75  $\mu\text{m}$ , 방사단면 3.77  $\mu\text{m}$ , 접선단면 3.77  $\mu\text{m}$ 로 나타났다. 침엽수와 마찬가지로 섬유 및 연륜방향과 직각되게 측정하였을 때가, 평행하게 측정했을 때 보다 다소 거친 것으로 나타났으며 방사단면과 접선단면 간에는 큰 차이가 없는 것을 확인할 수 있었다. 수종별

**Table 5.** Roughness of *P. tomentiglandulosa*, *P. occidentalis* and *P. serrulata* unit : ( $\mu\text{m}$ )

| Direction                     | Species | <i>P. tomentiglandulosa</i> |                |                 | <i>P. occidentalis</i> |                 |                | <i>P. serrulata</i> |                |                 |
|-------------------------------|---------|-----------------------------|----------------|-----------------|------------------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------|-----------------|
|                               | Section | R section                   | T section      | C section       | R section              | T section       | C section      | R section           | T section      | C section       |
| Parallel to the grain         | Ra      | 1.37<br>±0.28               | 1.40<br>±0.71  | 3.70<br>±1.25   | 2.86<br>±1.40          | 3.21<br>±0.35   | 2.46<br>±0.51  | 1.30<br>±0.42       | 1.26<br>±0.25  | 2.11<br>±0.29   |
|                               | RzDIN   | 7.51<br>±0.96               | 7.56<br>±3.28  | 21.47<br>±6.38  | 16.57<br>±5.56         | 17.77<br>±2.22  | 13.84<br>±2.31 | 7.31<br>±1.77       | 6.73<br>±1.51  | 13.17<br>±1.95  |
|                               | Rt      | 12.23<br>±3.20              | 13.11<br>±8.66 | 31.29<br>±10.66 | 35.70<br>±15.68        | 28.45<br>±8.02  | 20.11<br>±4.93 | 11.94<br>±3.05      | 13.22<br>±4.20 | 18.22<br>±2.62  |
|                               | Rmax    | 11.18<br>±2.92              | 11.75<br>±7.50 | 29.77<br>±10.56 | 31.68<br>±17.65        | 26.44<br>±58.58 | 17.28<br>±3.41 | 11.08<br>±2.57      | 11.61<br>±4.42 | 165.43<br>±2.79 |
| Perpendicularity to the grain | Ra      | 3.79<br>±0.76               | 3.77<br>±0.75  | 3.75<br>±0.75   | 4.05<br>±1.30          | 4.38<br>±0.45   | 3.58<br>±0.52  | 3.44<br>±0.63       | 4.30<br>±0.82  | 2.47<br>±0.24   |
|                               | RzDIN   | 21.99<br>±3.81              | 22.45<br>±4.89 | 20.17<br>±3.83  | 22.38<br>±6.26         | 27.22<br>±4.17  | 20.31<br>±3.18 | 20.21<br>±3.46      | 24.06<br>±3.93 | 13.78<br>±1.58  |
|                               | Rt      | 30.40<br>±4.63              | 32.31<br>±7.97 | 28.56<br>±6.97  | 28.50<br>±5.87         | 34.29<br>±15.64 | 28.64<br>±3.24 | 30.68<br>±7.86      | 33.29<br>±3.64 | 18.65<br>±2.44  |
|                               | Rmax    | 28.13<br>±3.53              | 29.78<br>±7.33 | 27.30<br>±7.88  | 27.01<br>±6.61         | 40.60<br>±9.25  | 26.75<br>±3.65 | 28.82<br>±6.67      | 31.87<br>±4.50 | 17.60<br>±2.33  |

**Table 6.** Abrasion of wood samples unit : (g)

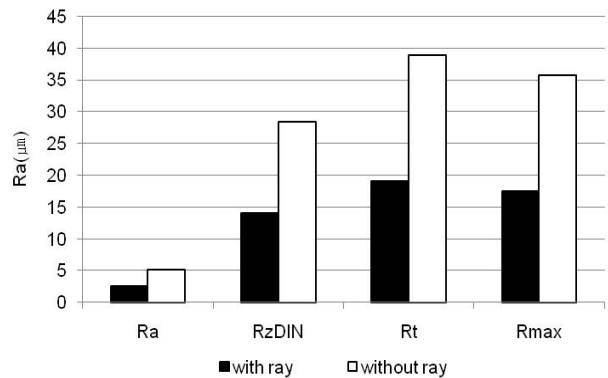
|                    | <i>P. strobus</i> | <i>P. rigida</i> | <i>P. tomentiglandulosa</i> | <i>P. occidentalis</i> | <i>P. serrulata</i> |
|--------------------|-------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|
| Cross section      | 0.006             | 0.002            | 0.004                       | 0.008                  | 0.006               |
| Radial section     | 0.032             | 0.012            | 0.018                       | 0.012                  | 0.012               |
| Tangential section | 0.034             | 0.012            | 0.014                       | 0.010                  | 0.012               |

로는 버즘나무가 제일 거친 것으로 나타났으며, 벗나무의 표면 거칠기가 가장 낮게 측정되었다.

Fig. 2는 횡단면 상에서도 광방사조직을 관찰할 수 있는 버즘나무의 방사단면에서 측정 센서가 광방사조직을 지나도록 또는 지나지 않도록 각각을 측정하여 방사조직이 표면 거칠기에 미치는 영향의 정도를 조사한 결과로서 센서가 방사조직을 지나지 않도록 측정했을 때가 지나도록 했을 때보다 더 거친 것으로 나타났다.

4. 마모량

Table 6은 각 수종별 마모량 측정 결과이다. 스트로브잣나무의 경우 횡단면이 0.006 g, 방사단면 0.032 g, 접선단면 0.034 g로 측정되었다. 횡단면의 마모는 방사, 접선 단면에 비해 적었으나, 방사단면과 접선단면 간에는 큰 차이를 나타내지 않는 것으로 확인되었다. 기타 수종 또한 유사한 경향을 보였으며, 수종별로는 스트로브잣나무가 리기다소나



**Fig. 2.** Roughness of radial section in *P. occidentalis*.

무보다 마모량이 높았고, 활엽수는 은사시나무, 버즘나무, 벗나무의 순으로 마모정도가 측정되었다. 마모저항은 비중에 비례하며, 목재 표면의 경도 및 전단강도 등이 증가할수록 마모저항이 증가하며 마모량은 감소하는 경향을 나타내는 것으로 알려지고 있으며, 본 연구의 밀도와 경도 실험결과와 마모량의 관계도 이를 비교적 잘 나타내고 있었다.

## 결 론

국내산 미이용 혹은 저급목재로 평가되고 있는 5개 수종의 목공예 용재로의 가치를 평가하기 위한 물리적 특성 조사 결과는 다음과 같다.

경도는 모든 수종에서 횡단면이 가장 높았으며, 방사단면과 접선단면간의 차이는 크지 않았다. 비중이 큰 수종일 수록 목구면과 종단면간 경도 값의 차이가 적은 경향도 관찰되었다. 수종간 경도차이는 전반적으로 비중에 비례하는 경향을 나타내었다.

표면 거칠기는 섬유 및 연륜방향과 직각되게 측정하였을 때가, 평행하게 측정했을 때 보다 다소 거친 것으로 나타났다. 이와 같이 섬유방향과 평행 또는 직각하여 측정한 결과 값의 차이는 목공예나 가구제작의 연마나 도장 등과 같은 목재 표면의 가공정도를 파악하는 지표로 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 방사단면과 접선단면 간에는 큰 차이가 없었고, 침엽수의 조재와 만재를 구분하여 측정한 결과는 그 차이가 미미하였지만 만재부가 조재부보다 다소 더 거친 것으로 나타났다. 수종별로는 버즘나무, 스트로브잣나무, 리기다소나무, 은사시나무의 순으로 나타났으며, 광방사조직을 갖는 버즘나무를 통한 방사조직 구분 거칠기 측정 결과, 방사조직이 없는 부분이 방사조직이 있는 부분보다 약 두 배 가량 더 거칠게 측정되어, 목재의 거친 특성에 방사조직이 지대한 영향을 주는 것으로 사료된다.

마모량은 목공예품의 수명에 있어서 매우 중요한 요소로서 리기다소나무, 뱃나무, 버즘나무, 은사시나무, 스트로브잣나무의 순으로 마모저항이 큰 것으로 나타났다. 상대적으로 공극이 큰 구조로 된 목구면의 마모량이 종단면에 비해 약 1.1~1.3배 컸으며 방사단면과 접선단면 간에는 큰 차이

가 없는 것으로 나타났다. 앞선 경도 측정 결과와 상반되는 경향이 나타나는 것으로 보아, 경도와 마모량은 반비례 관계에 있는 것으로 생각된다.

## 인용문헌

- Buyng-Ho Park, Jae-Young Lee, Sang-Hee Hong. 2010. A Study on the modern furniture design application through the wood figure analysis. *Journal of the Korean Society of Design Culture*. 16(1): 126-135.
- Jae-Hyuk Jang, Sung-Min Kwon, Gu-Joong Kwon, Byung-Ho Park, Fauzi febrianto, Nam-Hun Kim. 2009. Anatomical characteristics of some domestic woods for wood art material. *J. Res. For. Kangwon Nat'l Univ.* No. 29: 1-7
- Korean Industrial Standards. 2006. KS F 2198. Determination of density and specific gravity of wood.
- Korean Industrial Standards. 2009. KS F 2212. Method of hardness test for wood.
- Korean Industrial Standards. 2006. KS F 2215. Method of abrasion test for wood.
- Oner U and N Ayırlmis. 2005. Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish viver red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) wood. *J wood Sci.* 51: 405-409.
- Statistical Yearbook of Forestry. 2009. Korea Forest Service. 30pp.
- Sun-Ok Moon, Chul-Hwan Kim, Gyeong-Yun Kim, Young-Min Lee, Tae-Gi Shin, Jong-Gab Kim, Chong-Yawl Park. 2007. Application of natural dyes for developing colored wood Furniture (II) -Color variation by treatment methods of natural dyes-. *Mokchae Konghak* 35(3): 70-78
- Sun-Ok Moon, Chul-Hwan Kim, Gyeong-Yun Kim, Ho-Gyeong Jung, Tae-Gi Shin, Jong-Gab Kim, Chong-Yawl Park. 2007. Application of natural dyes for developing colored wood Furniture (II) -Prevention of discoloration of chestnut wood by natural dyes-. *Mokchae Konghak* 35(3): 79-87.
- Takada H, S Horlbe and M Akihiro. 1987. Working of wood surface I. *Mokuzai Gakkai.* 33(12): 194-940.

(Received December 00, 2010; Accepted August 0, 2010)