

# 붉가시나무의 목재성질\*<sup>1</sup>

정성호<sup>\*2†</sup> · 박병수<sup>\*2</sup> · 정두진<sup>\*2</sup> · 이도식<sup>\*2</sup> · 조성택<sup>\*2</sup> · 전수경<sup>\*3</sup>

## Wood Properties of *Quercus acuta* Thunb.\*<sup>1</sup>

Song-Ho Chong<sup>\*2†</sup> · Byung-Su Park<sup>\*2</sup> · Doo-Jin Chung<sup>\*2</sup> · Do-Sick Lee<sup>\*2</sup> ·  
Sung-Taek Cho<sup>\*2</sup> · Su Kyoung Chun<sup>\*3</sup>

### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the wood properties for efficient utilization of warm temperate tree species of *Quercus acuta* Thunb. grown in Korea.

Fundamental wood properties in the anatomical, physical, mechanical and chemical characteristics were examined.

*Quercus acuta* Thunb. is a radial-porous, straight grained and fine textured wood. The heartwood is not clearly distinguished from the sapwood. In physical properties, it has a high oven-dry specific gravity of  $0.85 \pm 0.02$ , and high shrinkage from green to air-dried condition of  $7.05 \pm 0.52\%$  in radial and  $11.13 \pm 0.48\%$  in tangential direction. Mechanical properties determined are strong with the MOR of  $1,065 \pm 90 \text{ kgf/cm}^2$ , and tensile strength parallel to grain of  $1,490 \pm 258 \text{ kgf/cm}^2$  and shear strength of  $175 \pm 13 \text{ kgf/cm}^2$ . Also, this wood has high extractive contents: 11.11% for cold and 13.51% for hot water.

**Keywords:** *Quercus acuta*, wood properties, anatomical, physical, mechanical, chemical

---

\*1. 논문접수 : 2006. 12. 28.

\*2. 국립산림과학원 Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Republic of Korea

\*3. 강원대학교 산림과학대학, Forest Sciences, Kangwon National University, Kangwon-do, Chunchon 200 - 701, Republic of Korea

†. Corresponding author : Song-Ho Chong (E-mail: shchong@korea.com)

## 1. 서론

우리나라의 산림자원 조성 및 산림 무육에 대한 관심이나 정책은 주로 온대 수종에 치우쳐 왔다. 그러므로 지금까지 일부 경관보존 및 천연기념물 보존 등의 목적으로 보호되고 있는 풍치림이나 보호림 등을 제외하고는 대부분의 난대림은 거의 방치상태에 있었던 것이나 다름없다. 따라서 대부분의 난대림은 현재로서는 자원으로서의 가치를 기대하기가 어렵다. 풍치림이나 보호림이라 하더라도 엄격히 현상의 보존에만 치우친 나머지 각종 시업을 제한하기 때문에 임목이 용재로서의 가치를 지닐 수 있는 자원으로의 육성은 기대하기 어려운 것이 현실이다.

최근에 이르러 이 난대림에 대하여 종 다양성의 보존과 아울러 자원화의 필요성이 대두됨으로써, 국립산림과학원을 중심으로 자원화 가능수종의 분포와 식생구조 조사, 적지판정, 종자품질 조사, 양묘사업 표준화, 임분전환 개선시험 등의 종합적인 연구를 수행하고 있다(국립산림과학원, 2001).

난대림에서 생육하고 있는 난대수종을 자원화하기 위해서는 이러한 분포, 생리, 생태, 종자, 양묘, 임분개선 등의 연구와 함께 최종 산물이 될 목재의 이용 가공에 대한 연구도 필수적으로 동반 수행되어야 할 것이다. 그러나 현실적으로 국내의 난대수종의 목재이용 가공에 대한 연구는 대단히 미흡한 실정이다. 따라서 이 난대수종의 목재 성질을 구명함으로써 자원화를 위한 기본자료를 제공하고, 목재의 합리적인 가공·이용을 위한 정보의 축적을 목적으로 연구를 수행하였는데 제 1보 및 제 2보로서 육박나무와 구실잣밤나무에 대한 연구결과가 보고되었으며(정 등, 2002a; 정 등, 2002b), 이어서 참가시나무(정 등, 2004)에 대한 연구결과도 제 3보로 보고되었다.

본 보고는 난대수종의 목재성질 연구의 네 번째 결과보고로 붉가시나무 목재 성질에 대한 연구 결과이다.

붉가시나무는 우리나라 제주도와 남부지방 따뜻한 지역의 산록과 계곡 양지에서 자라는 상록활엽교목으로 수고 20m, 직경 60cm 이상 자란다. 수직적으로는 제주도에서 표고 170~500m 사이에서 많이 나타나며 지리적으로는 대만, 중국, 일본에 분포한다. 내한성이 약하여 내륙지방의 노지 월동이 불가능하며 음지에서 견디는 힘은 다소 있으며 내조성(耐潮性), 내공해성이 강하다. 줄기는 곧게 자라서 많은 가지와 잎을 가져 장대한 수형이 되며 잎은 길이 7~13cm의 긴 타원형 또는 긴 난형으로 끝이 둥글며 가장자리가 밋밋하지만 윗부분에 톱니가 약간 있는 것도 있다(국립산림과학원, 1992).

붉가시나무의 목재성질에 대한 국내의 기존의 연구로는 일제강점기에 山林(1938)이 일제 강점시대에 한국산 303수종의 목재에 대한 식별을 위하여 해부학적 성질을 보고한 것이 있는데, 그 중에 붉가시나무가 포함되어 있다. 또한 이(1994)가 해부학적 성질을 조사한 바 있고, 이(1997a, 1997b)가 목재의 조직구조 및 기건비중을 비롯한 간단한 목재의 성질을 기재한 바 있으며, 이(1997)는 전 자연미경에 의한 붉가시나무의 조직을 사진과 함께 특징을 기재한 바 있으나 상세한 목재의 물성에 대한 연구는 거의 없다.

붉가시나무의 목재성질에 대한 국외의 연구는 貴島(1962)가 일본산 붉가시나무의 목재의 육안적 구조 및 물리적 성질을 기재하였고, 일본 農林省林業試驗場 木材部(1977)가 일본산 붉가시나무의 목재 성질에 대하여 비교적 소상하게 기재한 것이 있다. 중국의 成俊卿等(1992)은 몇 종의 가시나무류에 대하여 조직과 물리·역학적 성질을 기재한 바 있으나 여기에는 붉가시나무는 포함되어 있지 않다.

이 연구는 붉가시나무의 목재 성질을 구명함으로써 난대수종의 자원화를 위한 기본자료를 제공하고, 목재의 합리적인 가공·이용을 위한 정보를 축적할 목적으로 수행되었다.

## 2. 재료 및 방법

본 연구를 위하여 사용된 공시 수종은 전남 완도군 군외면 대문리에 소재한 완도수목원에서 자생하고 있던 붉가시나무(*Quercuss acuta* Thunb.)로서, 상해가 없는 건전한 임목 6본을 선정, 채취하여 공시목으로 사용하였다. 공시 임목의 개황은 Table 1에서 보는 바와 같이 흉고직경은 16~20cm, 수고는 9~11m이었으며 수령은 28~34년의 범위 내에 속하였다.

<Table 1> Description of sample trees

| Species                          | Locality                 | D.B.H*<br>(cm) | Height<br>(m) | Age<br>(year) | No. of<br>sample<br>trees |
|----------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------------------|
| <i>Quercuss acuta</i><br>Thunb.) | Daemun-ri, Gunwoe-myeon, | 18             | 10            | 34            | 6                         |
|                                  | Wando-gun, Jeollanam-do  | 16~20          | 9~11          | 28~34         |                           |

\* D.B.H : diameter at breast height

확보된 공시임목을 사용하여, KS 규격(KSF2198 목재의 밀도 및 비중 측정방법, KSF2199 목재의 함수율 측정방법, KSF2201 목재의 시험방법 통칙, KSF2203 목재의 수축률 시험방법, KSF2204 목재의 흡수량 시험방법, KSF2206 목재의 압축 시험방법, KSF2207 목재의 인장 시험방법, KSF2208 목재의 휨 시험방법, KSF2209 목재의 전단 시험방법, KSF2210 목재의 갈라짐 시험방법, KSF2211 목재의 충격 휨 시험방법, KSF2212 목재의 경도 시험방법) 과 표준임시험 실시요령(국립산림과학원, 2002) 제2절 목재의 조직시험 요령, 제31절 목재의 조성분 분석요령에 규정한 바에 의하여 실험하였다. 해부학적 성질로서 육안적 구조와 현미경적 구조를 조사하고, 비중, 수축률, 흡수량 등의 물리적 성질과, 휨강도, 섬유방향압축강도, 인장강도, 전단강도 등의 기계적 성질을 측정하였으며, 아울러 화학적 조성분도 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3-1. 해부학적 성질

붉가시나무의 해부학적 성질 중 육안적 구조는 Table 2와 같다.

붉가시나무의 연륜계는 불명확하였으나 재색은 심재가 담갈색, 변재가 담홍갈색으로 참가시나무

<Table 2> Macroscopical wood feature of *Quercuss acuta* Thunb.

| Boundary of annual ring | Average width of annual ring(mm) | Transition from early wood to latewood | Separation between heartwood and sapwood | Wood color |                    | Grain    | Texture |
|-------------------------|----------------------------------|--|--|------------|--------------------|----------|---------|
|                         |                                  |  |  | Heartwood  | Sapwood            |          |         |
| Indistinct              | 2.8±0.9                          | Gradual                                | Indistinct                               | Pale brown | Pale reddish white | Straight | Fine    |

(정 등, 2004)에 비하여 다소 홍갈색계의 색상이 강한 편이었다. 그러나 심·변재의 경계구분은 뚜렷하지 않았다. 조재에서 만재로 이행도 비교적 완만하였으며, 목리는 통직하고, 나무갓은 고운 편이었다. 평균 연륜폭은 2.8±0.9mm로 생장이 그다지 빠른 편은 아니었다. 붉가시나무는 隨부분에 아직 속빔(공동)은 발생하지 않았으나 시일이 경과함에 따라 속빔으로 이어질 것으로 보이는 흔적이 나타나고 있었다.

붉가시나무의 각 구성 요소별 현미경적 구조의 특성은 다음과 같다.

붉가시나무의 도관요소 특성을 관찰한 결과는 Figure 1 및 Table 3에서 보는 바와 같다.

<Table 3> Anatomical features of vessel elements in wood of *Quercuss acuta* Thunb.

| Arrangement   | Width (μm) |            | Length (μm) | Type of perforation | Intervessel pitting |
|---------------|------------|------------|-------------|---------------------|---------------------|
|               | Radial     | Tangential |             |                     |                     |
| Radial-porous | 103.2±18.4 | 81.9±12.6  | 346.1±86.9  | Simple              | Alternate           |

붉가시나무는 참나무과에 속하는 수종이나, 환공재인 상수리나무류 및 굴참나무류와는 달리 Figure 1의 (a)에서 보는 것처럼 관공이 방사방향으로 배열하는 방사공재이었다. 도관요소의 폭은 방사방향이 평균 103.2±18.4μm, 접선방향은 평균 81.9±12.6μm로 IAWA의 접선방향 폭에 의한 분류 기준(IAWA Committee, 1989)에 의하면 다소 작은 편이나, 도관요소의 길이는 평균 346.9±86.9μm로서 IAWA의 분류 기준상 다소 짧은 편이었다. Figure 1의 (b)와 같이 붉가시나무의 도관요소 벽공배열은 교호상이었으며, 천공관은 단천공의 형태를 보이고 있었다.

붉가시나무의 목섬유는 Table 4에서와 같이, 폭은 평균 13.0±2.9μm이고, 벽 두께는 3.5±0.45μm, 길이는 1.30±0.11mm로 IAWA의 분류기준에 의하면 보통인 편이었다(IAWA Committee, 1989; 박 등, 1994).

<Table 4> Anatomical features of fibers in wood of *Quercuss acuta* Thunb.

| Wood fiber |                     |             |
|------------|---------------------|-------------|
| Width (μm) | Wall thickness (μm) | Length (mm) |
| 13.0±2.9   | 3.5±0.11            | 1.30±0.11   |

횡단면상에서의 축방향 유조직은 Figure 1의 (a)에서 보는 것처럼 대체로 산재상(diffuse), 단 접선상(diffuse-in-aggregates) 및 대상의 형태로 배열하고 있었으며, 유세포내에서 결정이 관찰되었다.

붉가시나무의 방사조직의 특성은 Figure 1의 (c) 및 Table 5에서 보는 바와 같다.

방사조직은, 단일방사조직과 참나무과 수종 특유의 광방사조직으로 구성되어 있었으며, 방사조

직의 구성형태는 동성형이 주류를 이루고 있었으나 드물게는 이성형도 관찰되었다. 방사조직의 1mm당 분포 수는 평균 12.4±1.7개로 IAWA의 분류기준에 의하면 보통이었다(IAWA Committee, 1989; 박 등, 1994).

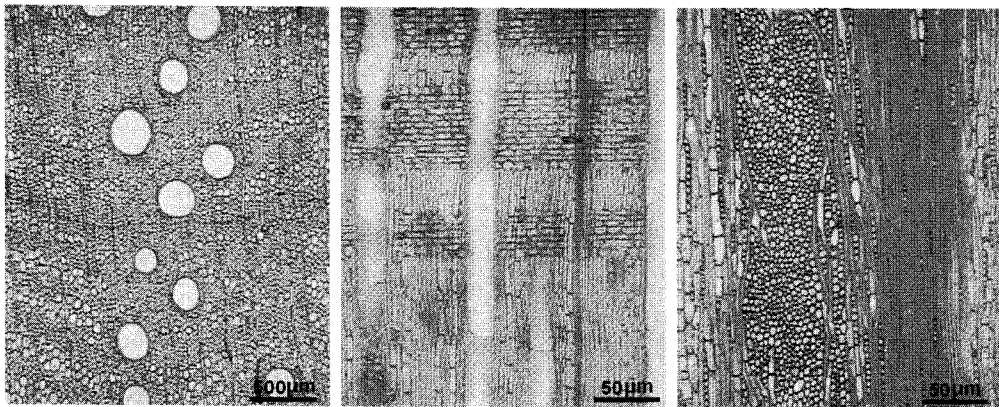
방사조직의 크기를 측정한 결과, 단열부는 폭이 13.1±1.3µm, 높이는 248.8±52.1µm이었고, 광방사조직은 폭이 285.0±58.9µm로 역시 환공성 참나무과의 대표적인 수종인 상수리나무의 181.9µm에 비하여 넓은 편이었다. 방사유세포내에서도 결정이 관찰되고 있었다.

<Table 5> Anatomical features of rays in wood of *Quercuss acuta* Thunb..

| No. of rays per 1mm* | Composition**                  |          |            |            | Remarks         |
|----------------------|--------------------------------|----------|------------|------------|-----------------|
|                      |                                | Width    | Height     | Width      |                 |
| 12 / 9~17            | Homogeneous<br>(Heterogeneous) | 13.1±1.3 | 217.5±59.1 | 285.0±58.9 | Crystalliferous |

\* Average / min.~max.

\*\* ( ) : rare occurrence



(a) Cross section

(b) Radial section

(c) Tangential section

<Fig. 1> Anatomical micrographs of *Quercus acuta* Thunb. wood.

### 3-2. 물리적 성질

비중은 목재를 이용하기에 앞서 기초적 성질을 예측하는데 매우 중요한 지표가 된다. 붉가시나무의 비중은 Table 6에서 보는 바와 같다.

<Table 6> Specific gravity of *Quercuss acuta* Thunb. wood

| Specific gravity*    |             | Bulk density<br>(kg/m <sup>3</sup> ) |
|----------------------|-------------|--------------------------------------|
| Air-dry (M.C. 11.4%) | Oven-dry    |                                      |
| 0.81 ± 0.02          | 0.85 ± 0.02 | 721 ± 11                             |

\* Based on wood weight at oven-dried condition

붉가시나무는 전건비중을 기준으로 하여 구분할 때, 등급 구분기준(筒本 等, 1975)에 의하면 0.85로서 국산수종으로는 상당히 고비중재에 속하는 수종이었으며, 환공성 참나무과의 대표적인

수종인 상수리나무(0.80)에 비하여도 다소 무거운 수종이었다.

수축의 대소 및 방향은 건조에 의한 할렬이나 휨의 형태 등과 관계가 크므로 목재를 이용함에 있어 아주 중요한 성질 중의 하나가 된다. 붉가시나무의 방향별 전수축률, 기건상태까지의 수축률, 함수율 1%에 대한 평균수축률을 조사한 결과는 Table 7과 같다.

<Table 7> Shrinkage of *Quercuss acuta* Thunb. wood

| From green to oven-dried condition (%)               |            |              | From green to air-dried condition (%) |                |              |
|--|------------|--------------|---------------------------------------|----------------|--------------|
| Radial   | Tangential | Longitudinal | Radial                                | Tangential     | Longitudinal |
| 7.05±0.52  | 11.13±0.48 | 0.29±0.07    | 3.85±0.48                             | 6.88±0.61      | 0.08±0.04    |
| Per unit M.C.* from air- to oven-dried condition (%) |            |              |                                       | Volumetric (%) |              |
| Radial   | Tangential | Longitudinal |                                       |                |              |
| 0.28±0.02  | 0.38±0.05  | 0.017±0.005  | 17.64±0.74                            |                |              |

\* M.C. : moisture content

측정된 수축률을 전수축률과 평균수축률을 기준으로 하여 등급구분 하면 붉가시나무는 전수축률은 방사방향이 7.05±0.52%, 접선방향이 11.13±0.48%, 섬유방향이 0.29±0.07%이며, 평균수축률은 방사방향이 0.28±0.02%, 접선방향이 0.38±0.05%, 섬유방향이 0.017±0.005%로서 수축률이 높은 부류에 속하고 있어(農林省林業試驗場 木材部, 1977) 치수 안정성이 요구되는 곳이나 정밀제품으로 이용할 때는 주의가 요구된다고 할 수 있을 것이다.

붉가시나무의 단면별 흡수량을 측정한 결과는 Table 8에서 보는 바와 같다.

붉가시나무의 흡수량은 방사단면이 0.050± 0.012g/24hr · cm<sup>2</sup>, 접선단면이 0.082± 0.010g/24hr · cm<sup>2</sup>, 횡단면이 0.221± 0.027g/24hr · cm<sup>2</sup>로서 역시 횡단면의 흡수량이 가장 많았다. 또한 흡수량 다소의 대체적인 기준이 되고 있는 접선단면(관목면) 흡수량을 등급구분 하면 붉가시나무는 흡수량이 많은 수종이라 할 수 있다(農林省林業試驗場 木材部, 1977).

<Table 8> Water absorption of *Quercuss acuta* Thunb. wood

| Radial section<br>(g/24hr · cm <sup>2</sup> ) | Tangential section<br>(g/24hr · cm <sup>2</sup> ) | Cross section<br>(g/24hr · cm <sup>2</sup> ) |
|---|---|--|
| 0.050± 0.012                                  | 0.082± 0.010                                      | 0.221 ± 0.027                                |

### 3-3. 역학적 성질

붉가시나무의 역학적 성질을 조사한 결과는 Table 9와 같다.

실험에 의하여 측정된 기계적 성질을 등급구분하면, 붉가시나무는 섬유방향압축강도는 보통 그룹에 속하나 휨강도와 전단강도 및 인장강도는 강도가 매우 강한 수종으로 분류되므로(農林省林業試驗場 木材部, 1977) 충분히 구조재로도 이용이 가능한 수종으로 보인다.

<Table 9> Mechanical properties of *Quercuss acuta* Thunb. wood

| Static bending<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | Compression parallel<br>to grain<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tension parallel to<br>grain<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | Impact bending<br>absorbed energy<br>(kgf · m/cm <sup>2</sup> ) | Shear<br>strength(R*)<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) |           |           |
|--|--|--|---|---|-----------|-----------|
| 1,065±90                                 | 434±30   | 1,490±258  | 4.1±0.5   | 175±13  |           |           |
| Cleavage<br>resistance(R*)<br>(kgf/cm)   | Nail withdrawal<br>resistance<br>(kgf/cm)                  |  |   | Hardness<br>(kgf/mm <sup>2</sup> )              |           |           |
|  | R*   | T*   | C*  | R*  | T*        | C*        |
| 184±27                                   | 66±7   | 65±8   | 89±6  | 0.16±0.00                                       | 0.15±0.01 | 0.16±0.00 |

\* R: Radial, T: Tangential, L: Longitudinal

### 3-4. 화학적 조성

붉가시나무의 화학적 조성을 분석한 결과는 Table 10과 같다. 붉가시나무는 냉수추출물이 11.11%, 온수추출물이 13.51%, 알칼리추출물이 28.66%, 그리고 유기용매에 의한 추출물이 8.04%로서 온·난대산 활엽수의 일반적인 경향과 비교하여 볼 때 추출물의 함량이 상당히 높은 수준으로 나타났다. 그러나 회분의 함량은 0.52%로 역시 온·난대산 활엽수재로서는 다소 적은 편이라 할 수 있다.

<Table 10> Chemical composition of *Quercuss acuta* Thunb. wood

| Cold<br>water | Extractives (%) |            |                     | Ash<br>(%) | Holocellulose<br>(%) | Lignin<br>(%) | Pentosan<br>(%) |
|---------------|-----------------|------------|---------------------|------------|----------------------|---------------|-----------------|
|               | Hot<br>water    | 1%<br>NaOH | Alcohol-<br>Benzene |            |                      |               |                 |
| 11.11         | 13.51           | 28.66      | 8.04                | 0.52       | 80.21                | 19.29         | 16.76           |

## 4. 결 론

난대수종인 붉가시나무의 목재 성질을 조사한 결과는 다음과 같다.

연료계가 뚜렷하지 않은 방사공재로 재색은 심재가 담갈색, 변재가 담홍갈색이지만 심·변재의 경계구분은 불명확하며, 나무갓이 곱고 목리는 통직하다. 전건비중 0.85±0.02로 고비중재이며 강도는 휨강도 1,065±90kgf/cm<sup>2</sup>, 전단강도 175±13kgf/cm<sup>2</sup>, 종인장강도 1,490±258kgf/cm<sup>2</sup> 등으로 강한 편이다. 수축성은 전수축률이 방사방향 7.05±0.52%, 접선방향 11.13±0.48%로서 큰 편이며, 흡수량도 접선면이 0.082±0.010 g/24hr · cm<sup>2</sup>로서 높다. 냉수추출물 11.11%, 온수추출물 13.51%, 알칼리추출물이 28.66%, 그리고 유기용매에 의한 추출물이 8.04%로 온·난대산 활엽수 중에서는 추출물의 함량이 상당히 높다.

이와 같은 목재 성질을 종합하여 용도를 추정해 보면, 붉가시나무는 건축(중구조, 가설, 건구), 토목, 가구재료의 이용이 가능한 수종이다.

## 5. 참고문헌

- 국립산림과학원. 2001. 난대림 조성 및 보전방법 체계화에 관한 연구. 2001년도 임업연구사업보고서(5-V) : 163-179pp.
- 국립산림과학원. 2002. 표준임업시험실시요령 : 212-248, 362-372pp.
- 박상진, 이원용, 이화형. 1994. 목재조직과 식별. 향문사. 120-169pp.
- 이원용. 1997. 주사전자현미경도설 한국산목재의 조직구조. 향문사. 230p
- 이필우. 1994. 한국산 목재의 구조. 정민사. 69p..
- 이필우. 1997a. 한국산 목재의 성질과 용도 (I)목재의 구조 및 성질과 용도. 서울대학교출판부. 623p.
- 이필우. 1997b. 한국산 목재의 성질과 용도 (II)목재 현미경 사진도집. 서울대학교출판부. 472p.
- 임업연구원. 1992. 한국수목도감. 95p.
- 정성호, 정두진, 박병수, 이도식, 조성택, 서준원. 2002a. 육박나무의 목재성질. 한국가꾸학회지 13(2) : 19-27pp.
- 정성호, 정두진, 박병수, 이도식, 조성택, 서준원. 2002b. 구실잣밤나무의 목재성질. 한국가꾸학회지 13(3) : 7-15pp.
- 정성호, 정두진, 박병수, 이도식, 조성택, 서준원, 권영한. 2004. 참가시나무의 목재성질. 한국임학회지 93(3) : 230-234pp.
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin n.s., Vol. 10(3) : 226-232pp.
- 筒本卓造, 中野達夫, 唐澤仁志. 1975. 南洋材の材質と加工性. (社)日本林業技術協會. 51-64pp.
- 農林省林業試驗場 木材部. 1977. 世界の有用木材300種-性質とその用度-. (社)日本木材加工技術協會. 12-13, 28-31pp.
- 山林 暹. 1938. 朝鮮木材の識別. 株式會社 養賢堂. 101-102pp.