

국산 주요 수종의 기초 재질 특성 평가

II. 백합나무(*Liriodendron tulipifera*) - 전라남도 강진

Evaluation of the Basic Properties for the Korean Major Domestic Wood Species

II. Tulip Tree (*Liriodendron tulipifera*) in Gangjin-gun, Jeollanam-do

Yonggun PARK¹ · Chul-ki KIM¹ · Hanseob JEONG² · Hyun Mi LEE^{1,†} · In-Hwan LEE¹ ·

Gyu Bin KWON¹ · Nayoung YOON¹ · Namhee LEE²

¹Division of Wood Engineering, Department of Forest Products and Industry, National Institute of Forest Science, Seoul 02455, Korea

²Division of Forest Industrial Materials, Department of Forest Products and Industry, National Institute of Forest Science, Seoul 02455, Korea

초록 : 목재는 수종에 따라 세포의 구성 및 재질 특성이 다르며, 같은 수종이라 하더라도 생장 지역에 따라 특성이 다르게 나타난다. 따라서, 목재를 효과적으로 이용하기 위해서는 목재의 특성과 이에 맞는 적절한 용도를 잘 아는 것이 매우 중요하다. 백합나무는 생장이 빠르고, 환경 적응성이 우수하여 탄소흡수능력이 뛰어나기 때문에 2000년대 초반부터 전국적으로 많이 조림되었다. 본 연구에서는 전라남도 강진군에서 생산된 백합나무의 해부학적 특성(가도관의 길이 및 폭, 세포벽 두께), 물리적 특성(비중 및 수축률), 역학적 특성(휨강도, 종압축강도, 종인장강도, 전단강도, 경도) 및 화학조성(회분, 추출물, 리그닌, 총당함량)을 평가하였다. 평가 결과, 백합나무는 속성수로서 저비중재에 속하며, 강도는 작은 편이고, 화학조성은 일반적인 활엽수와 유사한 경향을 나타내었다.

1. 서론

목재는 광합성을 통해 자연적으로 생성되는 환경친화적인 재료라는 장점이 있는 반면에 다양한 세포로 구성되어 있어 불균일성이나 이방성과 같은 독특한 특성을 가지고 있기 때문에 가공이나 이용시 주의가 필요하다(Chong and Park, 2008). 특히, 수종에 따라서 재질 특성이 다르게 나타나며, 같은 수종이라 하더라도 생장지역이나 수령에 따라서 재질 특성의 변이가 나타나기 때문에 목재를 효율적으로 이용하기 위해서는 수종에 따른 목재의 특성과 이에 맞는 적절한 용도에 대한 올바른 이해가 선행되어야 한다(Park *et al.*, 2024). Park *et al.*(2024)은 한국산 주요 수종의 목재 재질 특성에 대한 database를 구축하기 위하여 강원도 평창에서 생산된 소나무의 기초 재질 특성으로서 해부학적 특성(가도관의 길이와 폭, 세포벽의 두께), 물리적 특성(비중 및 수축률), 역학적 특성(휨강도, 종압축강도, 종인장강도, 전단강도, 경도) 및 화학조성(회분, 추출물, 리그닌, 총당함량) 평가 결과를 보고한 바 있다. 본 연구에서는 소나무에 이어서 두번째로 전라남도 강진에서 생산된 백합나무(Tulip tree, *Liriodendron tulipifera*)의 기초재질 특성을 평가하고, 그 결과를 제시하고자 한다.

백합나무는 1920년대에 북미로부터 도입되어 우리나라 전지역에 식재되어 있는 낙엽활엽교목으로 평균 수고는 30 m, 지름은 0.5~1.0 m이다. 백합나무는 추위와 대기오염에 강하고, 병충해가 거의 없으며, 수명이 길다는 장점이 있다(Kim *et al.*, 2007). 특히, 생장이 빠르고 환경 적응성이 우수하며 탄소흡수능력이 뛰어나기 때문에 2000년대 초반부터 전국적으로 많이 조림되었다(Lim *et al.*, 2022). 대표적인 성림지로는 전라남도 강진군의 초당림과 전라북도 완주군 소양림, 경상북도 구미국유림관리소 등이 있으며, 경기도 서부, 충청남도, 전라남·북도 지역에서 비교적 생육이 잘 되는 것으로 알려져 있다.

본 문서는 출판된 영문논문의 국문서입니다. 출판된 영문논문은 아래의 DOI를 통해서 확인하실 수 있습니다.
Journal of The Korean Wood Science and Technology 52(6): 565-572. <https://doi.org/10.5658/WOOD.2024.52.6.565>

백합나무는 과거부터 가구재, 포장재, 내장재, 단판 또는 합판 등의 재료로서 많이 이용되어 왔으나 최근에는 보다 다양한 활용을 위한 연구가 수행되고 있다. 특히, 백합나무의 빠른 성장 속도와 풍부한 자원량을 바탕으로 바이오 연료 생산 이용가능성 평가를 위한 최적 전처리 조건 탐색을 위한 연구가 활발하게 수행되어 왔다(Gwak *et al.*, 2024; Kim *et al.*, 2009, 2011, 2015, Shin *et al.*, 2009). 최근에는 건축재료로의 활용 가능성을 평가하기 위하여 백합나무의 비중, 강도, 공극률, 접착성 및 탄화 특성이 보고된 바 있다(Jang *et al.*, 2019; Kim *et al.*, 2023; Lee and Eom, 2011; Lim *et al.*, 2010; Song and Kim, 2022). 또한, 백합나무의 낮은 내구성을 보완하기 위하여 열처리한 백합나무의 특성을 평가한 연구도 수행된 바 있다(Chang *et al.*, 2019; Kim *et al.*, 2010; Yoon *et al.*, 2009).

2. 재료 및 방법

2.1. 공시 수종

본 연구에서는 전라남도 강진군 칠량면 명주리 산 49-1(N34.55°, E126.87°)에서 생산한 백합나무 원목 중, 말구 직경 300 mm 이상인 통직한 원목 40그루를 선별하여 사용하였다(Fig. 1). 실험에 사용된 원목의 평균 수령은 약 28년이였다.

2.2. 기초 재질 물성 평가

공시 수종인 백합나무의 기초 재질로서 해부학적 특성(도관요소와 목섬유의 길이와 폭, 세포벽의 두께), 물리적 특성(비중 및 수축률), 역학적 특성(휨강도, 종압축강도, 종인장강도, 전단강도, 경도) 및 화학조성(회분, 추출물, 리그닌, 총당함량)을 분석하였다. 각 항목별 평가는 전보와 동일한 방법으로 수행되었다(Park *et al.*, 2024). 대부분 Table 1과 같이 KS 또는 ASTM의 규격을 참고하였으나 표준 규격이 없는 해부학적 특성 평가의 경우, 이전 연구 논문을 참고하여 실험 방법을 결정하였다(Kim *et al.*, 2024; Lee and Bae, 2021; Lee *et al.*, 2021a, 2021b, 2021c; Nam and Kim, 2021). 실험에 사용한 시편은 목재의 불균일성 및 이방성 등을 고려하여 Fig. 2와 같이 미성숙재를 포함하지 않는 심재에서 연륜이 모서리에 평행한 정목 형태로 제재하여 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 해부학적 특성

백합나무의 해부학적 특성 측정 결과, 목섬유의 길이는 조재에서 1.33 mm, 만재에서 1.74 mm로 측정되었고, 조재 목섬유의 폭은 방사방향 21.19 μm , 접선방향 22.67 μm , 만재 목섬유의 폭은 방사방향 12.82 μm , 접선방향 11.14 μm 로 측정되었다. 목섬유의 세포벽 두께는 조재에서 3.24 μm , 만재에서 5.40 μm 로 측정되었다.

도관요소의 길이는 조재에서 0.75 mm, 만재에서 0.71 mm로 측정되었고, 조재 도관요소의 폭은 방사방향 83.44 μm , 접선방향 60.32 μm , 만재 도관요소의 폭은 방사방향 59.73 μm , 접선방향 47.29 μm 로 측정되었다. 도관요소의 세포벽 두께는 조재에서 1.48 μm , 만재에서 2.01 μm 로 측정되었다.

Fig. 3은 백합나무의 세포구조를 확인하기 위한 3단면의 광학현미경 이미지이다.

3.2. 물리적 특성

백합나무의 비중 및 수축률 측정 결과, 비중은 생재 0.406, 기건 0.437, 전건 0.461로 측정되었다. 방향별 전 수축률은 섬유방향 0.39%, 방사방향 4.39%, 접선방향 7.30%로 측정되었고, 전부피수축률은 11.70%로 측정되었다.

3.3. 역학적 특성

백합나무의 역학적 특성 측정 결과, 휨강도는 기건 상태에서 93.0 MPa, 생재 상태에서 52.6 MPa로 측정되었고, 종압축강도는 기건 상태에서 39.0 MPa, 생재 상태에서 18.5 MPa로 측정되었으며, 종인장강도는 기건 상태에서 133.1 MPa, 생재 상태에서 83.3 MPa로 측정되었다. 방사단면 전단강도는 기건 상태에서 7.4 MPa, 생재 상태에서 4.8 MPa로 측정되었고, 접선단면 전단강도는 기건 상태에서 7.7 MPa, 생재 상태에서 5.6 MPa로 측정되었다. 끝으로 기건상태의 경도는 횡단면에서 4.6 kN, 방사단면에서 2.8 kN, 접선단면에서 3.4 kN으로 측정되었다.

3.4. 화학조성

백합나무의 화학조성 분석 결과, 회분함량은 0.27%, 추출물의 함량은 2.49%로 측정되었다. 리그닌의 함량은 산불용성

22.04%, 산가용성 2.40%, 합계 24.44%로 측정되었다. 총당함량은 글루칸 44.94%, XMG 16.69%, 아라비난 0.64%, 합계 62.27%로 측정되었다.

4. 결론

본 연구에서는 국산 주요 수종의 목재 성질 DB 구축을 위하여 우리나라의 대표적인 조림수종인 백합나무(전라남도 강진)의 해부·물리·역학적 특성 및 화학조성을 평가하였다(Table 2). 목재는 생장 지역에 따라 재질 특성이 다르게 나타나기 때문에 본 연구와 같이 하나의 지역에서 생산된 백합나무의 물성치를 국산 백합나무 재질 특성의 대푯값으로 볼 수는 없을 것이다. 따라서, 국산 백합나무의 대표 물성치를 도출하기 위해서는 다양한 산지에서 생산된 백합나무의 재질 특성을 비교/평가할 필요가 있으며, 본 연구 결과는 이를 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다. 향후, 국산 주요 수종의 지역별 목재 성질 DB 구축을 위하여 다양한 수종 및 지역의 기초 재질 특성 결과를 추가로 제공할 예정이다.