

2025년 추계학술발표대회 요지집

2025 PROCEEDINGS OF THE KOREAN SOCIETY OF WOOD
SCIENCE AND TECHNOLOGY FALL CONFERENCE

2025년 10월 16일(목) ~ 10월 17일(금)

롯데리조트부여

| 주최 |



사단법인

한국목재공학회

The Korean Society of Wood Science & Technology

한국진통문화대학교

KOREA NATIONAL UNIVERSITY OF HERITAGE

2025년 추계학술발표대회 요지집

2025 PROCEEDINGS OF THE KOREAN SOCIETY OF WOOD
SCIENCE AND TECHNOLOGY FALL CONFERENCE

2025년 10월 16일(목) ~ 10월 17일(금)

롯데리조트부여

| 주최 |



사단법인

한국목재공학회

The Korean Society of Wood Science & Technology

한국진통문화대학교

KOREA NATIONAL UNIVERSITY OF HERITAGE

2025년 한국목재공학회 추계학술발표대회 일정

○ 일 시 : 2025년 10월 16일(목) ~ 17일(금)

○ 장 소 : 롯데리조트부여

10월 16일(목)

11:00 - 13:00	등 록
13:00 - 13:20	개회식 및 축사
13:20 - 13:30	단체 사진 촬영
13:30 - 14:10	특강 I 안병준 한국목재공학회 산업표준위원장
14:10 - 14:50	특강 II 박현 서울대학교 농림생명자원학부 객원교수
14:50 - 15:10	휴 식
15:10 - 15:50	특강 III 곽재도 인공지능산업융합사업단 기반조성본부장
15:50 - 16:10	2026 SWST 운영위원회 출범식 결과 보고회
16:10 - 16:30	휴 식
16:30 - 18:00	전시발표
18:00 - 20:00	만 찬

10월 17일(금)

10:00 - 11:20	‘문화유산 속 목재’ 특별세미나
11:30 - 11:50	포스터 시상 및 폐회
12:00 - 13:00	오 찬

2025년 추계학술발표대회 논문 발표 진행표

특별 강연 (10월 16일, 목)

- 특강 I **국립산림과학원 임산자원이용 분야 R&D 발자취**
R&D Footprint of Forest Resource Utilization in the National Institute of Forest Science
안병준
Byoungjun AHN
(사)한국목재공학회
The Korean Society of Wood Science & Technology
- 특강 II **국민을 향한 산림경영**
Forest Management for the People
박현
Hyun PARK
서울대학교 농림생물자원학부
Dept. of Agr. & For. Bioresources, Seoul National University
- 특강 III **AI 시대의 이해와 활용 트렌드**
Understanding and Utilizing Trends in the AI Era
곽재도
Andrew KWAK
인공지능산업융합사업단
Artificial Intelligence Industry Cluster Agency(AICA)
-

전시 발표 (10월 16일, 목)

A 분야 : 목재조직(해부), 건조, 보존 (Wood Anatomy, Drying, Preservation)

- P-01* **특대재 건조 중 결함 제어를 위한 실시간 데이터 및 전처리 기술 연구**
A Study on Real-Time Data and Pre-Treatment Techniques for Defect Control During Large-Cross-Section Timber Drying
바트-오츠랄¹, 강민지¹, 이성현², 이창진³, 여환명^{1,2}
Bat-Uchral BATJARGAL¹, Minjee KANG¹, Seonghyun LEE², Chang-Jin LEE³, Hwanmyeong YEO^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 산림과학부, ³전북대학교 목재응용과학과
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University
²Department of Forest Sciences, Seoul National University
³Department of Wood Science and Technology, Jeonbuk National University
-

A 분야 : 목재조직(해부), 건조, 보존 (Wood Anatomy, Drying, Preservation)

- P-02* 국산 곱솔 제재목의 천연건조 방법에 따른 건조 특성 비교
Comparison of Drying Characteristics of Korean Black Pine Sawn Timber Under Different Air-Drying Methods
박종익^{1,2}, 오세창¹, 박용건², 진원호², 이민²
Jong-Ik PARK^{1,2}, Sei-Chang OH¹, Yonggun PARK², WonHo JIN², Min LEE²
¹대구대학교 산림자원학과, ²국립산림과학원 목재공학연구과
¹Department of Forest Resources, Daegu University,
²Division of Wood Engineering, National Institute of Forest Science
- P-03* 실시간 확산계수 보정을 통한 목재 건조 곡선 시뮬레이션 정확도 향상
Real-Time Adjustment of Diffusion Coefficient for Improved Simulation of Wood Drying Behavior
강민지¹, 바트-오츠랄², 이성현², 이창진³, 여환명^{1,2}
Minjee KANG¹, Bat-Uchral BATJARGAL¹, Seonghyun LEE¹, Chang-Jin LEE³, Hwanmyeong YEO^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 산림과학부, ³전북대학교 목재응용과학과
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University, ²Department of Forest Sciences, Seoul National University, ³Department of Wood Science and Technology, Jeonbuk National University
- P-04* 제주 해녀박물관 소장 유물의 보존처리
The Analysis and Conservation Treatment of Wooden Furniture from the Jeju Haenyeo Museum in Jeju
박혜리¹, 김인애¹, 백주은¹, 박정혜², 김수철^{3,†}
Hae-Ree PARK¹, In-Ae KIM¹, Ju-Eun BAEK¹, Jung-Hae PARK², Soo-Chul KIM^{3,†}
¹한국전통문화대학교 유산기술학과, ²진성문화유산, ³한국전통문화대학교 보존과학과
¹Dept. of Heritage Science and Technology Studies, Korea National University of Heritage,
²Jinsung Cultural Heritage Conservation,
³Dept. of Conservation Science, Korea National University of Heritage
- P-05* 청주 테크노폴리스 출토 목제 빗의 수종 분석 및 보존처리
Species Identification and Conservation Treatment of Wooden Combs Excavated from the Cheongju Technopolis
조재연¹, 김윤지², 손병화², 서정욱^{2,3*}
Jae-Yeon CHO¹, Yun-Ji KIM², Byung-Hwa SON², Jeong-Wook SEO^{2,3*}
¹충북대학교 문화재과학협동과정, ²충북대학교 나이트연구소, ³충북대학교 목재·종이과학과
¹Dept. of Cultural Heritage Science, Chungbuk National University, Cheongju, Republic of Korea,
²Tree-Ring Research Center, Cheongju, Republic of Korea,
³Dept. of Wood and Paper Science, Chungbuk National University, Cheongju, Republic of Korea
- P-06* 영덕 장육사 대웅전 주요 목부재의 수종 및 연륜연대 분석
Species Identification and Dating of Main Wooden Members from the Daeungjeon in Jangyuksa, Yeongdeok
이미림¹, 손병화², 이주석², 김예진¹, 서정욱^{2,3}
Mi-rim LEE¹, Byung-hwa SON², Ju-Seok LEE², Ye-jin KIM¹, Jeong-Wook SEO^{2,3}
¹충북대학교 문화재과학협동과정, ²충북대학교 나이트연구소, ³충북대학교 목재·종이과학과
¹Dept. of Cultural Heritage Science, Chungbuk National University, ²Tree-Ring Research Center, Chungbuk National University, ³Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University
-

A 분야 : 목재조직(해부), 건조, 보존 (Wood Anatomy, Drying, Preservation)

- P-07* **치목된 소나무(*Pinus densiflora*) 부재의 벌채 연도 추정을 위한 통계 모델**
Statistical Model for Estimating the Cutting year of Hewn Korean Pine Timber (*Pinus densiflora*)
이주석¹, 손병화¹, 서정욱^{1,2}
Ju-Seok LEE¹, Byung-Hwa SON¹, Jeong-Wook SEO²
¹충북대학교 나이트연구소, ²충북대학교 목재종이과학과
¹Tree-ring Research Center, Chungbuk National University,
²Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University
- P-08 **안정산소동위원소비($\delta^{18}\text{O}$) 연대기를 활용한 무주 안국사 천불전 기둥 연대 분석**
Stable Oxygen Isotope ($\delta^{18}\text{O}$) Dating for Wooden Pillar from the Cheonbuljeon Hall in Anguksa Temple, Muju
김윤지¹, 정현민², 서정욱^{1,3}
Yun-Ji KIM¹, Hyun-Min JEONG², Jeong-Wook SEO^{1,3}
¹충북대학교 나이트연구소, ²진통건축수리기술진흥재단, ³충북대학교 목재·종이과학과
¹Tree-ring Research Center, Chungbuk National University, ²Korea Foundation for the Traditional Architecture and technology ³Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University
- P-09 **남해읍성 출토 목재의 수종 분석 및 방사성탄소연대 분석**
Wood Species Identification and Radiocarbon Dating Analysis of Wood Excavated from Namhae-Eupseong Fortress
권옥¹, 박창현², 부재혁³, 김수철^{3,†}
Wook KWON¹, Chang Hyun PARK², Jae-Hyuck BU³, Soo-Chul KIM^{3,†}
¹한국전통문화대학교 유산기술학과, ²국립해양유산연구소, ³한국전통문화대학교 보존과학과
¹Dept. of Heritage Science and Technology Studies, Korea National University of Heritage
²National Research Institute of Maritime Cultural Heritage
³Dept. of Conservation Science, Korea National University of Heritage
- P-10 **AI 기반 X-ray 영상 분석을 통한 소나무 제재목 휨강도 예측 가능성 평가**
Applicability of AI-based X-ray Image Analysis to Predict Bending Strength of Pine Timber
이해규¹, 안경선¹, 김민정¹, 이광률¹, 황혜선¹, 오정권^{1,2}
Hae-Gyu LEE¹, Kyung-Sun AHN¹, Min-Jeong KIM¹, Gwang-Ryul LEE¹, Hae-Seon HWANG¹, Jung-Kwon OH^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
- P-11 **유동층 기류건조기를 이용한 중밀도 섬유판(MDF)용 목분의 건조 양상 및 열 효율 연구**
A Study of the Drying Characteristics and Thermal Efficiency of Wood Fibers for Medium Density Fiberboard(MDF) using a Fluidized Bed Dryer
이성현¹, 바트-오즈랄², 강민지², 광효원^{1,2,3}, 한희^{1,2,3}, 이요한^{1,2,3}, 김재원⁴, 이경훈⁴, 여환명^{1,2,3}
Seong-Hyun LEE¹, Bat-Uchral BATJARGAL², Minjee KANG², Hyo Won KWAK^{1,2,3}, Hee HAN^{1,2,3}, Yohan LEE^{1,2,3}, Jaewon KIM⁴, Kyunghoon LEE⁴, Hwanmyeong YEO^{1,2,3}
¹서울대학교 산림과학부, ²서울대학교 농림생물자원학부, ³서울대학교 농업생명과학연구원,
⁴(주)유니드비티플러스
¹Dept of Forest Sciences, Seoul National University
²Dept of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University
³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
⁴UNID btplus Co., Ltd.

A 분야 : 목재조직(해부), 건조, 보존 (Wood Anatomy, Drying, Preservation)

- P-12 국산 목재의 열기건조 및 고주파건조 특성 비교
Comparison of Kiln Drying and Radio-Frequency Drying Characteristics of Domestic Wood
박용건¹, 진원호¹, 박종익^{1,2}
Yonggun PARK¹, Wonho JIN¹, Jong-Ik PARK^{1,2}
¹국립산림과학원 목재공학연구과, ²대구대학교 산림자원학과
¹Division of Wood Engineering, National Institute of Forest Science (NIFoS),
²Department of Forest Resources, Daegu University
- P-13 자연 노출 조건에서 주입식 재색 안정화제 처리 목재의 색안정성 평가
Evaluation of Color Stability of Wood Treated with an Impregnated Discoloration Stabilizer under Natural Exposure Conditions
박하림¹, 김태석¹, 주성빈¹, 윤선미², 강석구^{1*}
Halim PARK¹, Tae-suk KIM¹, Seong-been JU¹, Seonmee YOON², Seoggoo KANG^{1*}
¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소
¹Dept of Bio-Based Materials, Chungnam National University,
²The Korean Woodism-city Project Research Center
- P-14 목재의 내구성 향상을 위한 실란화 처리 기술 개발 및 최적화
Silanization Treatment for Enhanced Wood Durability: Development and Optimization
권선률¹, 강태원², 정재희¹, 권규빈¹, 최용석³, 박상희², 황원중¹
Sun Lul KWON¹, Taewon Kang², Jae-Hee JUNG¹, Gyubin KWON¹, Yong-Seok CHOI²,
Sang-Hee PARK², Won-Joung HWANG¹,
¹국립산림과학원 목재공학연구과, ²창원대학교 스마트그린공학부, ³국립산림과학원 목재산업연구과
¹Wood Engineering Division, NIFoS, ²Changwon National University, ³Wood Industry Division, NIFoS
- P-15 경주지역 산소동위원소연륜연대기를 이용한 기후 복원 가능성 조사
Investigating the Possibility of Climate Restoration using Tree-Ring $\delta^{18}\text{O}$ Chronology in the Gyeongju Region
박준희¹, 최은비², 남태광³, 서정욱^{1*}
Jun-Hui PARK¹, En-Bi CHOI², Tae-Gwang NAM, Jeong-Wook SEO^{1*}
¹충북대학교 목재·종이과학과, ²나고야대학교 우주지구환경연구소, ³국립문화유산연구원 경주문화유산연구소
¹Dept. of Wood and Paper Science, Chungbuk University,
²Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University,
³Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage
- P-16 해석가능한 인공지능(XAI)을 이용한 참나무속 수종 수피의 수종 분류인자 추출
Extraction of Species Classification Indicators of Oak Bark Using Explainable AI (XAI)
김종호^{1,2}, 이우영², 한민혁²
Jong-Ho KIM^{1,2}, Woo-Young LEE², Min-Hyeok HAN²
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 목재과학전공
¹Dept of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University,
²Dept. of Forest Materials Engineering, Kangwon National University
-

B분야 : 목재물리, 역학, 목구조 (Wood Physics, Mechanics, Construction)

- P-17* **간접법에 의한 응력과 비파괴시험의 적용 가능성 분석 - 밀도와 압축강도 분석을 중심으로 -**
Analysis of the Applicability of Stress Wave Non-Destructive Testing by Indirect Method - Focusing on Density and Compressive Strength -
박민준¹, 김민지¹, 한형준¹, 심국보¹
Min-Soon PARK¹, Min-Ji KIM¹, Hyeong-Jun HAN¹, Kug-Bo SHIM¹
¹충북대학교 목재·종이과학과
¹Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University
- P-18* **Glued-in Rod 접합부를 활용한 국산 낙엽송 기둥-보 접합부의 모멘트 성능 평가**
Evaluation of the Moment Performance of Beam-Column Connection Using Glued-in Rods in Korea Larch
김민정¹, 안경선¹, 이광률¹, 황혜선¹, 오정권^{1,2}
Min-Jeong KIM¹, Kyung-Sun AHN¹, Gwang-Ryul LEE¹, Hae-Seon HWANG¹, Jung-Kwon OH^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University, Republic of Korea
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Republic of Korea
- P-19* **목재 Mode II 파괴조건에서의 임계 변형 에너지 방출률과 파괴에너지의 비교**
Comparison of Critical Strain Energy Release Rate and Fracture Energy for Timber Mode II Failure
이광률¹, 안경선¹, 김민정¹, 황혜선¹, 이해규¹, 오정권¹
Gwang-Ryul LEE¹, Kyung-Sun AHN¹, Min-Jeong KIM¹, Hae-Seon HWANG¹, Hae-Gyu LEE¹
Jung-Kwon OH¹
¹서울대학교 농림생물자원학부
¹Dept of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University
- P-20 **화재에 노출된 목구조 건축물 기둥의 온도 분포 평가**
Temperature Distribution of Timber Building Columns Exposed to Fire
이한솔¹, 신진원¹, 김선희², 최인락³, 민정기⁴, 최성모²
Hansol LEE¹, Jinwon SHIN¹, Sun-Hee KIM², In-Rak CHOI³, Jeong-Ki MIN⁴, Sung-Mo CHOI²
¹가톨릭관동대학교 건축공학과, ²서울시립대학교, 건축학부, ³호서대학교 건축토목공학부,
⁴한국건설환경시험연구원 실화재센터
¹Dept. of Architectural Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung, Korea
²Dept. of Architecture Engineering, University of Seoul, Korea
³Dept. of Architecture and Civil Engineering Hoseo University, Asan, Korea
⁴Real-Scale Fire Testing & Research Center, Korea Conformity Laboratories, Samcheok, Korea
- P-21 **3D 모듈러 유닛을 위한 GLT - H형강 합성보의 구조 효율성 평가**
Experimental Evaluation of Structural Efficiency of GLT - Steel Composite Beams for 3D Modular Units
황혜선¹, 안경선¹, 이광률¹, 김민정¹, 이해규¹, 김철기², 오정권^{1,3}
Hae-Seon HWANG¹, Kyung-Sun AHN¹, Gwang-Ryul LEE¹, Min-Jeong KIM¹, Hae-Gyu LEE¹,
Chul-Ki KIM², Jung-Kwon OH^{1,3}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²국립산림과학원, ³서울대학교 농업생명과학연구원
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University,
²National Institute of Forest Science
³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

B분야 : 목재물리, 역학, 목구조 (Wood Physics, Mechanics, Construction)

- P-22 **FEM 열전달해석을 통한 중·고층 목구조 건축물에 적용 가능한 기둥-보 접합부의 온도거동**
Temperature Behavior of Column - Beam Connections for Mid- and High-Rise Timber Buildings Using FEM Heat Transfer Analysis
- 한슬기¹, 김선희², 신진원³, 김성배⁴, 최성모²
Seul-gi HAN¹, Sun-hee KIM², Jin-won SHIN³, Sung-bae KIM⁴, Sung-mo CHOI²
¹서울시립대학교 건축공학과, ²서울시립대학교 건축학부,
³가톨릭관동대학교 건축공학과, ⁴(주)더나은구조엔지니어링
¹Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul
²Dept. of Architecture, University of Seoul
³Dept. of Architectural Engineering, Catholic Kwandong University
⁴The Naeun Structural Engineering Co. Ltd.
- P-23 **상변화물질(PCM) 적용을 통한 한랭지역 목구조 건축물의 난방 효율 개선 및 최적화 방안**
Optimization of Heating Efficiency in Cold-Region Timber Buildings Using Phase Change Materials (PCM)
- 권민지¹, 김민기¹, 김현배¹
Minji KWON¹, Mingi KIM¹, Hyun Bae KIM¹
¹충남대학교 환경소재공학과
¹Dept. of Biobased Materials, Chungnam National University
- P-24 **간접법에 의한 응력과 비파괴시험의 적용 가능성 분석 - 드릴저항시험 분석을 중심으로 -**
Analysis of the Applicability of Stress Wave Non-Destructive Testing by Indirect Method - Focusing on Drilling Resistance Test Analysis -
- 한형준¹, 이가원¹, 심국보^{2*}
Hyeong-Jun HAN¹, Ga-Won LEE¹, Kug-Bo SHIM^{2*}
¹충북대학교 임산공학과, ²충북대학교 목재종이과학과
¹Dept of Forest Products, Chungbuk National University,
²Dept of Wood and Paper Science, Chungbuk National University
- P-25 **목구조 기둥-보 접합부의 비재하 수평가열로 실험**
Experiment Study on Non-Loading Horizontal Heating Furnace of Timber Column-Beam Connections
- 김성배¹, 김채연², 박금성³, 오근영³, 최성모⁴
Sung-bae KIM¹, Chae-yeon KIM², Keum-sung PARK³, Keun-yeong OH³, Sung-mo CHOI⁴
¹(주)더나은구조엔지니어링, ²서울시립대학교 건축공학과, ³한국건설기술연구원, ⁴서울시립대학교 건축학부
¹The Naeun Structural Engineering Co. Ltd.
²Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul,
³Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology
⁴Dept of Architecture University of Seoul
- P-26 **CLT-콘크리트 합성 목구조 바닥의 휨 성능 연구**
Study on Bending Properties of CLT-Concrete Composite Wood Slab
- 김철기¹, 이형우¹, 황태익¹, 윤나영¹, 이인환¹
Chul-Ki KIM¹, Hyung Woo LEE¹, Tae-Ik HWANG¹, Nayoung YOON¹, In-Hwan LEE¹
¹국립산림과학원 목재공학연구과
¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science

B분야 : 목재물리, 역학, 목구조 (Wood Physics, Mechanics, Construction)

- P-27 **낙엽송 자원 고갈 대응을 위한 복합수종 구조용집성재의 성능 평가**
Performance Evaluation of Hybrid Glued Laminated Timber for Sustainable Replacement of Larch Resources
주성빈¹, 정택용², 김태석¹, 여수환¹, 응웬 듀이 뷰옹¹, 박하림¹ 윤선미², 강석구^{1*}
Seongbeen JU¹, Taekyong JEONG², Taeseok KIM¹, Su-Hwan YEO¹, Nguyen Duy Vuong¹, Halim PARK¹, Seonmee YOON², Seoggoo KANG¹
¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소
¹Dept of Bio-based Materials, Chungnam National University,
²The Korean Woodism-city Project Research Center
- P-28 **열분해 구간을 고려한 기둥-보 유효단면 유효성 검토**
Evaluation of the Effective Section of Column and Beam Considering the Pyrolysis Zone
김선희¹, 최인락², 민정기³, 김성배⁴, 최성모¹
Sun-hee KIM¹, In-rak CHOI², Jeong-ki MIN³, Sung-bae KIM⁴, Sung-mo CHOI¹
¹서울시립대학교 건축학부, ²호서대학교 건축토목공학부
³한국건설생활환경시험연구원 실화재센터, ⁴(주)더나은구조엔지니어링
¹Dept of Architectural Engineering, University of Seoul
²Dept of Architecture and Civil Engineering, Hoseo University
³Real-Scale Fire Testing & Research Center, Korea Conformity Laboratories
⁴The Naeun Structural Engineering Co. Ltd.
- P-29 **개구부 크기에 따른 Prefab 벽체의 수평하중 저항성능**
Lateral Load Resistance of Prefabricated Wall Panels with Different Opening Sizes
이형우¹, 김철기¹, 황태익¹, 유상현¹
Hyung Woo LEE¹, Chul-Ki KIM¹, Tae-Ik HWANG¹, Sang-Hyun YOU¹
¹국립산림과학원 목재공학연구과
¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science
- P-30 **노치 합판 전단 접합부를 사용한 목재-콘크리트 복합 슬래브의 진동성능에 대한 실험적 평가 및 prEN 분석모델 검증**
Vibration Performance of Timber-Concrete Composite Slabs with Notched Plywood Shear Connections: Experimental Validation of Analytical Model in prEN
안경선¹, 오근영², 안진현³, 김민정¹, 이광률¹, 황혜선¹, 이해규¹, 오정권^{1,4}
Kyung-Sun AHN¹, Keunyeong OH², Jin-Hyun AN³, Min-Jeong KIM¹, Gwang Ryul LEE¹, Hae Seon HWANG¹, Haegyul Lee¹, Jung-Kwon OH^{1,4}
¹서울대학교 농업생물자원학부, ²한국건설기술연구원 건축연구본부, ³국립창원대학교 건축공학전공,
⁴서울대학교 농업생명과학연구원
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University
²Department of Building Research, Korea Institute of Civil Engineering & Building Technology
³Department of Architectural Engineering, Changwon National University
⁴Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
-

B분야 : 목재물리, 역학, 목구조 (Wood Physics, Mechanics, Construction)

- P-31 요소계 포름알데히드 포집제를 활용하여 CLT 코어층으로 사용되는 냉압 합판의 장기 포름알데히드 방출량 저감에 관한 연구
Reducing Long-Term Formaldehyde Emission from Cold-Pressing Plywood Used as CLT Core Layer Using Urea-Based Formaldehyde Scavengers
응웬뉘이뷰옹¹, 윤선미², 정택용², 여수환¹, 박하림¹, 강석구¹
Duy Vuong NGYUYEN¹, Seon-mee YOON², Taek-yong JEONG², Su-Hwan YEO¹, Ha-lim PARK¹, Seog-goo KANG¹
¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소
¹Department of Bio-based Materials, Chungnam National University,
²The Korean Woodism Project-city Research Center
- P-32 목구조 탄화속도 산정에 관한 설계기준 비교 분석
Comparative Analysis of Design Standards for Charring Rate Calculation in Timber Structures
최인락¹, 김선희², 여인환³, 김성배⁴, 최성모²
In-rak CHOI¹, Sun-hee KIM², In-hwan Yeo³, Sung-bae KIM⁴, Sung-mo CHOI¹
¹호서대학교 건축토목공학부, ²서울시립대학교 건축공학과,
³가톨릭관동대학교 건축공학과, ⁴(주)더나은구조엔지니어링
¹Division of Architecture and Civil Engineering, Hoseo University, University of Seoul,
²Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul,
³Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology,
⁴The Naeun Structural Engineering Co. Ltd
- P-33 노후화된 목조 건축물의 유지관리 기법 연구
A Study on Maintenance Techniques for Aging Wooden Buildings
윤범열¹, 이상준¹, 김철기¹, 이형우¹, 이인환¹, 이상민¹
Beom Yeol YUN¹, Sang-Joon LEE¹, Chul-Ki KIM¹, Hyung Woo LEE¹, In-Hwan LEE¹, Sang-Min LEE¹
¹국립산림과학원 목재공학연구과
¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science
- P-34 구조용 편백나무 합판 실대재의 난연 및 준불연 성능
Flame Retardant and Quasi-Non-Combustible Performance of Actual Size Structural Hinoki Plywood
박희준¹, 이태진¹, 장은석²
Hee-jun PARK¹, Tae-jin LEE¹, Eun-suk JANG²
¹전북대학교 주거환경학과, ²삼보과학 기술연구소
¹Dept. of Housing Environmental Design, ²Sambo Scientific Co., Ltd., R&D Center
- P-35 층재 수종 구성 및 난연제 주입에 따른 블록 전단강도 평가
Evaluation of Block Shear Strength according to Layer Species Composition and Flame Retardant Injection
김태석¹, 정택용², 주성빈¹, 여수환¹, 응웬 뉘이 뷰옹¹, 박하림¹, 윤선미², 강석구^{1*}
Tae-Suk KIM¹, Taek-Yong JEONG², Seong-Been JU¹, Su-Hwan YEO¹, Duy Vuong NGYUYEN¹, Ha-Lim PARK¹, Seon-Mee YOON², Seog-Goo KANG¹
¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소
¹Dept. of Bio-Based Materials, Chungnam National University,
²The Korean Woodism-city Project Research Center
-

B분야 : 목재물리, 역학, 목구조 (Wood Physics, Mechanics, Construction)

P-36 유기용매처리에 의한 목재의 흡음특성 개선

Enhancement of Sound Absorption Properties of Palmwood by Organosolv Treatment

강춘원¹, 하라드한콜야², 이영웅¹, 박상우³, 곽효원³, 阪上宏樹⁴

Chun-Won KANG², Haradhan KOLYA², Yong-Woong LEE¹, Sang Woo PARK³, Hyo Won

KWAK³, Hiroki SAKAGAMI⁴

¹전북대학교 주거환경학과, ²경상국립대학교 나노신소재융합공학과, ³서울대학교 농림생물자원학부,

⁴이와테대학 임산과학과

¹Dept.of Housing Environmental Design, Jeonbuk National University, Korea,

²Dept. of Materials Engineering and Convergence Technology, Gyeongsang National University,

Korea ³Dept. of Agriculture, Seoul National University, Korea,

⁴Dept. of Forest Science, Iwate University, Japan

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-37* 리그닌 및 나노입자화 조건이 PLA 기반 생분해성 필름의 특성에 미치는 영향
Effect of Lignin Extraction Methods and Nanoparticle Fabrication on the Properties of PLA-Based Biodegradable Films
정예진^{1,2}, 이재원^{1,2}
Ye Jin JEONG^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2}
¹전남대학교 임산공학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공
¹Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University,
²Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University
- P-38* 리그닌 유래 비드의 제조 및 독성 유기오염물 제거를 위한 흡착제 응용
Novel Synthesis of Lignin-Derived Beads and Their Application as Adsorbents for Toxic Organic Pollutant Removal
허지원¹, 김민수¹, 김용식^{1*}
Ji Won HEO¹, Min Soo KIM¹, Yong Sik KIM^{1*}
¹산림환경과학대학 제지공학과,
¹Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest and Environmental Sciences, Kangwon National University
- P-39* 탈리그닌 바이오매스를 이용한 효소가수분해 최적 조건 탐색
Optimization of Enzymatic Hydrolysis Conditions Using Delignified Biomass
이은주^{1,2}, 이재원^{1,2,3}
Eun-Ju LEE^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2,3}
¹전남대학교 임산조경학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공, ³전남대학교 임산공학과
¹Dept. of Wood Science and Landscape Architecture, Chonnam National University,
²Interdisciplinary Program in IT- Bio Convergence System, Chonnam National University
³Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University
- P-40* 수열처리 바이오매스의 효소가수분해 메커니즘 규명을 위한 잔사 리그닌의 특성분석
Characterization of Residual Lignin after Enzymatic Hydrolysis for Elucidating the Hydrolysis Mechanism of Hydrothermal Treated Biomass
신윤정^{1,2}, 이재원^{1,2,3*}
Yoon-Jung SHIN^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2,3}
¹전남대학교 임산조경학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공, ³전남대학교 임산공학과
¹Dept. of Wood Science and Landscape Architecture, Chonnam National University,
²Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University,
³Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University
- P-41* 알지네이트/리그닌 기반 하이드로겔의 제조 및 구조·물성 평가
Preparation and Structural-Property Evaluation of Alginate/Lignin Based Hydrogels
신윤정^{1,3}, 정예진^{2,3}, 이재원^{1,2,3*}
Yoon-Jung SHIN^{1,3}, Ye Jin JEONG^{2,3}, Jae-Won LEE^{1,2,3}
¹전남대학교 임산조경학과, ²전남대학교 임산공학과, ³전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공
¹Dept. of Wood Science and Landscape Architecture, Chonnam National University,
²Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University,
³Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University
-

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-42* **실리콘 음극용 수계 공정 바인더 용 리그닌 기반 그래프트 공중합체 합성**
Synthesis of a Lignin-Based Graft Copolymer as an Aqueous-Processable Binder for Silicon Anodes
한근우¹, 조영민¹, 신준호¹, 김한희², 김호용³ 곽효원^{1,2}, 여환명^{1,2}, 최인규^{1,2*}
Geun Woo HAN¹, Youngmin CHO¹, Junho SHIN¹, Hanhee KIM³, HoYong KIM³, Hyo Won KWAK^{1,3}, Hwanmyeong YEO^{1,3}, In-Gyu CHOI^{1,3*}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원,
³한국화학연구소 바이오화학연구센터
¹Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University, Republic of Korea, ²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Republic of Korea, ³Center for Bio-based Chemistry, Korea Research Institute of Chemical Technology Republic of Korea
- P-43* ***Cordyceps militaris*의 코디세핀 합성 증진에 대한 농업 부산물의 영향 및 배양 조건을 이용한 합성 성분 함량의 딥러닝기반 모델링**
Effect of Agricultural Byproducts on Cordycepin Synthesis in *Cordyceps militaris* and Deep Learning-Based Modeling of Synthetic Component Content Using Cultivation Conditions
김도현¹, 김소연¹, 하시영¹
Do Hyeon KIM¹, So Yeon KIM¹, Si Young HA¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과
¹Dept. of Environment Materials Science, GyeongSang National University
- P-44* **Dialdehyde TEMPO 산화 셀룰로오스 나노섬유를 활용한 PVA/키토산 복합 필름 제조 및 특성**
Preparation and Properties of PVA/chitosan Composite Films Reinforced and Crosslinked with Dialdehyde TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibrils
진주원¹, 조승우¹, 문해찬¹, 전동석¹, 한송이², 권구중², 반디 라즈쿠마², 다디갈라 라마크리슈나², 이승환^{1,2}
Ju-Won JIN¹, Seung-Woo CHO¹, Hae-Chan MOON¹, Dong-Suk JEON¹, Song-Yi HAN², Gu-Joong KWON², Rajkumar BANDI², Ramakrishna DADIGALA², Seung-Hwan LEE^{1,2}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 산림과학연구소
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University, ²Institute of Forest Science, Kangwon National University
- P-45* **소나무의 효소 가수분해 촉진을 위한 mild KOH 전처리 및 회수된 액체 폐기물의 식물 생장 효과**
Mild KOH Pretreatment to Enhance Enzymatic Hydrolysis of Pine with Liquid Waste Recovery for Plant Growth
김소연¹, 김도현¹, 하시영¹
So Yeon KIM¹, Do Hyeon KIM¹, Si Young HA¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과
¹Dept. of Environment Materials Science, GyeongSang National University
-

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

-
- P-46* **바이오 기반 가교제를 이용한 CMCNF 하이드로겔의 제조 및 특성 평가**
Production and Characterization of CMCNF Hydrogels Crosslinked with Bio-Based Crosslinker
- 신준호¹, 조영민¹, 김한희², 한근우¹, 정승오¹, 광효원^{1,2}, 최인규^{1,2*}
Junho SHIN¹, Youngmin CHO¹, Hanhee KIM², Geunwoo HAN¹, Seungoh JUNG¹,
Hyo Won KWAK^{1,2}, In-Gyu CHOI^{1,2*}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농생명과학연구원
¹Dept. of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,
²Research Institute of Agriculture and Life Science, Seoul National University
- P-47* **머신러닝 알고리즘을 활용한 탄화 참나무 칩의 가스 흡착 예측**
Prediction of Gas Adsorption in Torrefied Wood Chips Using Machine Learning Algorithms
- 김현철¹, 하시영¹, 양재경¹
Hyeon Cheol KIM¹, Si Young HA¹, Jae-Kyung YANG¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과
¹Dept. of Environmental Materials Science, Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Republic of Korea
- P-48* **과초산 증기 처리 공정을 이용한 내장용 반투명 베니어 제조 기술 연구**
Steam-Assisted Peracetic Acid Treatment toward the Development of Translucent Veneer for Interior Applications
- 심지연¹, 김병호¹, 유용태¹, 고현준¹, 박세영^{1*}
Ji-Yeon SIM¹, Byeongho KIM¹, Yongtae YU¹, Hyunjun KO¹, Se-Yeong PARK^{1*}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University
- P-49* **건축물 외피 물성 변화에 따른 도시 미기후 반응 및 열섬 완화 가능성 평가**
Impact of Building Envelope Properties on Urban Microclimate and Heat Island Mitigation Potential
- 남지희¹, 박진영¹, 김수민¹
Jihee NAM¹, Jinyoung PARK¹, Sumin KIM¹
¹연세대학교 건축공학과
¹Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Yonsei University
- P-50* **노후 건축물 에너지 성능개선을 위한 CLT 외피 적용 시 접합부 열교 해석 및 에너지 평가**
Impact of Thermal Bridges on Energy Performance in CLT Envelope Retrofits of Aging Buildings
- 박지훈¹, 강성택¹, 김수민¹
Ji Hun PARK¹, Seong Taek KANG¹, Sumin KIM¹
¹연세대학교, 건축공학과
¹Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Yonsei University
-

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-51* 목조건축 기반 저층 주거지 전환을 통한 도시 열섬 완화 및 탄소 저감
Urban Heat Island Mitigation and Carbon Reduction through Timber-Based Transformation of Low-Rise Residential Areas
박진영¹, 장성진², 김수민¹
Jinyoung PARK¹, Seong Jin CHANG², Sumin KIM¹
¹연세대학교 건축공학과, ²경상대학교 인테리어재료공학과
¹Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Yonsei University
²Dept. of Interior Materials Engineering, Gyeongsang National University
- P-52 진달래 가지 Pilot scale 추출물 및 Taxifolin glycoside, Taxifolin aglycone의 근육 손실 및 근육 위축 개선 효능 평가
Evaluation of Pilot Scale Extract of *Rhododendron mucronulatum* Branch, and Taxifolin Glycoside and Taxifolin Aglycone for Muscle Loss and Atrophy Improvement
이현서¹, 장현두¹, 안다현¹, 김태희^{2,3}, 권예은^{2,3}, 김민석², 김승대³, 최선은^{1,2,*}
Hyun Seo LEE¹, Hyeon Du JANG¹, Da Hyeon AN¹, Tae Hee KIM^{2,3}, Ye Eun KWON^{2,3}, MinSeok KIM², Seungdai KIM³, Sun Eun CHOI^{1,2,*}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²주닥터오레고닌, ³남부대학교 AI생체부품소재공학과
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University,
²Dr.Oregonin Inc., ³Dept. of AI Biological parts Materials Engineering, Nambu University
- P-53 표고버섯 원목 폐배지 유래 폴리스타이렌 분해 미생물 분리
Isolation of Polystyrene-Degrading Microorganisms Derived from Waste Mushroom (*Lentinula edodes*) Media
이성민¹, 고현준¹
Sungmin LEE¹, Hyunjun KO¹
¹강원대학교 산림바이오소재공학과
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University
- P-54 분리대두단백(SPI)-리그닌 접착제의 경화 특성 분석
Curing Characteristics of SPI Adhesives with Demethylated Lignin
조윤지¹, 양봉숙¹, 강규영^{1*}
Yunji CHO¹, Bong Suk YANG¹, Kyu-Young KANG^{1*}
¹동국대학교 바이오환경과학과
¹Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk University
- P-55 한국산 비자나무 정유의 비교 특성: 수율, 이화학적 특성 및 화학조성
Comparative Characterisation of *Torreya nucifera* Essential Oils: Yield, Physiochemical Properties, and Chemical Profiles from Four Populations in South Korea
박찬주¹, 김나현¹, 박미진^{1*}
Chanjoo PARK¹, Nahyun KIM¹, Mi-Jin PARK^{1*}
¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 임산소재연구과
¹Materials Division, Forest Products and Industry Department, National Institute of Forest Science, Seoul 02455, Republic of Korea
-

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-56 고형 바이오연료 연소재의 환원제 첨가에 따른 6가크로뮴 함량 저감 분석
Analysis of Hexavalent Chromium Reduction in Solid Biofuel Ash by Reductant Addition
박범휘^{1,2}, 한규성¹
Beom-Hwi PARK^{1,2}, Gyu-Seong HAN¹
¹충북대학교 임산공학과, ²주대덕분석기술연구원
¹Dept. of Forest Products, Chungbuk National University, ²Daedeok Analytical Research Institute
- P-57 고형 바이오연료의 슬래깅·파울링 억제를 위한 회융점 개선 방안: 첨가제 조성 효과
Improvement of Ash Fusion Temperature for Slagging and Fouling Mitigation in Solid Biofuels: Effects of Additive Composition
임진솔¹, 한규성²
Jin-Sol LIM^{1,2}, Gyu-Seong HAN²
¹충북대학교 대학원 임산공학과, ²충북대학교 목재종이학과
¹Dept. of Department of Forest Products, Graduate School of Chungbuk University,
²Dept. of Wood & Paper Science Chungbuk National University
- P-58 바이오매스 반탄화 수율 및 발열량 예측을 위한 머신러닝 기반 GUI 시뮬레이터 적용
Application of a Machine Learning-Based GUI Simulator for Predicting Biomass Torrefaction Yield and Heating Value
박선용¹, 양지욱¹, 김성열¹, 황교정¹, 이재정¹, 이남희¹, 안지은¹, 유선화¹
Sunyong PARK¹, Jiwook YANG¹, Sungyeol KIM¹, Kyojung HWANG¹, Jaejung LEE¹,
Namhee LEE¹, Ji-Eun AN¹, Sun-Hwa RYU¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과
¹Division of Forest Industrial Materials, National Institute of Forest Science
- P-59 상압 무기촉매 전처리를 통한 급속수열 처리 잔사 내 셀룰로오스의 선택적 분리
Atmospheric Inorganic Catalyst Pretreatment for Selective Cellulose Separation from Supercritical Water-Treated Biomass Residues
반태인¹, 장수경¹, 유원재¹, 권재경¹, 전상진¹
Tae-In BAN¹, Soo-Kyeong JANG¹, Wonjae YOUE¹, Jaegyung GWON¹, Sangjin CHUN¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과
¹Forest Industrial Materials Division, National Institute of Forest Science
- P-60 아세틸화에 의한 리그닌의 페놀성 수산기 변화와 기능성 분석
Changes in Phenolic Hydroxyl Groups of Lignin by Acetylation and Its Functional Analysis
주은선^{1,2}, 이재원^{1,2*}
Eun-Sun JOO^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2}
¹전남대학교 임산공학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공
¹Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University,
²Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University
- P-61 리그닌 열분해 오일 내 저분자화 산물의 선택적 분리를 위한 분획 공정 설계
Design of Fractionation Process for Selective Separation of Low-Molecular Weight Compounds in Lignin Pyrolysis Oil
김중화¹, 이재익¹, 최용희¹, 조해민¹, 최준호¹, 김호용^{1*}
Jonghwa KIM¹, Jaeik LEE¹, Yong Hui CHOI¹, Hae Min JO¹, June-Ho CHOI¹, Hoyong KIM^{1*}
¹한국화학연구원 바이오화학연구센터
¹Center for Bio-based Chemistry, Korea Research Institute of Chemical Technology

- P-62 **질소-인 기능화 리그닌 나노입자의 구조적·열적 특성 분석**
Structural and Thermal Insights into Nitrogen/Phosphorus Functionalized Lignin Nanoparticles as Flame Retardants
김채은¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 김서진¹, 임효승¹, 김선경¹, 서다운¹, 신동호¹, 곽효원^{1,2}, 최인규^{1,2}
Chaeun KIM¹, Sangwoo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Seojin KIM¹, Hyoseung LIM¹, Seon-Gyeong KIM¹, Dawoon SEO¹, Dongho SHIN¹, Hyo Won KWAK^{1,2}, In-Gyu CHOI^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부 환경재료과학전공, ²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Dept. of Agriculture, Forestry and Bioresources, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University,
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
- P-63 **리그닌 기반 하이브리드 흡착제를 이용한 팔라듐 회수**
Palladium Recovery Using Lignin-Based Hybrid Adsorbents
서다운¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 김서진¹, 임효승¹, 김선경¹, 김채은¹, 신동호¹, 최인규^{1,2}, 곽효원^{1,2}
Dawoon SEO¹, Sangwoo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Seojin KIM¹, Hyoseung LIM¹, Seon-Gyeong KIM¹, Chaeun KIM¹, Dongho SHIN¹, In-Hyu CHOI^{1,2}, Hyo Won KWAK^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부 환경재료과학전공, ²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Dept. of Agriculture, Forestry and Bioresources, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University,
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
- P-64 **산불피해목 기반 친환경 수처리 소재 개발**
Development of Eco-Friendly Water Treatment Materials Using Wildfire-Damaged Wood
김혜빈¹, 고현준^{1*}
Hyebin KIM¹, Hyunjun KO^{1*}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University
- P-65 **KOH 활성화 처리에 따른 바이오매스 초임계 부산물의 특성 분석**
Effect of KOH Activation on the Characteristics of Solid Residues from Supercritical Water Hydrolysis of Woody Biomass
양지욱¹, 김성열¹, 박선용¹, 박정빈¹, 안지은¹, 이남희¹, 이재정¹, 황교정¹, 유선화¹
Jiwook YANG¹, Sungyeol KIM¹, Sunyong PARK¹, Jeonbeen Park¹, Ji-Eun AN¹, Namhee LEE¹, Jaejung LEE¹, Kyojung, HWANG¹, Sun-Hwa RYU¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과
¹Division of Forest Industrial Materials, National Institute of Forest Science
- P-66 **나노셀룰로오스 복합 코팅제의 수확 후 과일 보존성 향상 연구**
Evaluation of Nanocellulose Coatings for Improving Postharvest Fruit Preservation
이단비¹, 우칭린², 피카 데이비드³
Danbee LEE¹, Qinglin WU², David H. PICHA³
¹강원대학교 산림환경과학대학 종이소재과학 전공, ²루이지애나 주립대 자연자원전공
³루이지애나 주립대 원예학과
¹Dept. of Paper Science & Engineering, Kangwon National University,
²School of Renewable Natural Resources, Louisiana State University,
³School of Plant, Environmental and Soil Sciences, Louisiana State University
-

- P-67 상용 효소 기반 검토를 통한 산림유전자원 유래 포름산 탈수소효소의 이산화탄소 전환 탐색
Exploration of Carbon Dioxide Conversion by Forest Genetic Resource-Derived Formate Dehydrogenase Based on a Commercial Enzyme Study
김성열¹, 양지욱¹, 박선용¹, 안지은¹, 이남희¹, 황교정¹, 이재정¹, 유선화¹
Sungyeol KIM¹, Jiwook YANG¹, Sunyong PARK¹, Ji-Eun AN¹, Namhee LEE¹, Kyojung HWANG¹,
Jaejung LEE¹, Sun-Hwa RYU¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과
¹Division of Forest Industrial Materials, National Institute of Forest Science
- P-68 버섯부산물 기반 키토산 생산을 위한 *Saccharomyces cerevisiae* 유래 키틴 탈아세틸화 효소의
Escherichia coli 발현 시스템 구축
Expression of Chitin Deacetylase from *Saccharomyces cerevisiae* in *Escherichia coli* for
Chitosan Production from Mushroom Byproducts
이상준¹, 고현준^{1,*}
Sangjun LEE¹, Hyunjun KO^{1,*}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University
- P-69 금-팔라듐 Core-Shell 이중금속 나노입자가 고정된 TEMPO 산화 셀룰로오스 나노섬유 복합체
제조 및 Peroxidase 특성 평가
Fabrication of TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibril Supported Au-Pd Bimetallic
Nanozyme and Exploring its Peroxidase Activity
전동석¹, 조승우¹, 진주원¹, 문해찬¹, 한송이², 반디 라즈쿠마², 다디갈라 라마크리슈나², 권구중², 이승환^{1,2}
Dong-suk JEON¹, Seung-Woo CHO¹, Ju-Won JIN¹, Hae-Chan MOON¹, Song-Yi HAN², Rajkumar
BANDI², Ramakrishna DADIGALA², Gu-Joong KWON², Seung-Hwan LEE^{1,2}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 산림과학연구소
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University,
²Institute of Forest Science, Kangwon National University
- P-70 TEMPO 산화 셀룰로오스 나노섬유와 디알데히드 셀룰로오스가 PVA/전분 필름에 미치는 영향
Impact of TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibrils and Dialdehyde Cellulose on the
Properties of PVA/Starch Films
조승우¹, 진주원¹, 문해찬¹, 전동석¹, 한송이², 권구중², 반디 라즈쿠마², 다디갈라 라마크리슈나², 이승환^{1,2}
Seung-Woo CHO¹, Ju-Won JIN¹, Hae-Chan MOON¹, Dong-Suk JEON¹, Song-Yi HAN²,
Gu-Joong KWON², Rajkumar BANDI², Ramakrishna DADIGALA², Seung-Hwan LEE^{1,2}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 산림과학연구소
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University,
²Institute of Forest Science, Kangwon National University
- P-71 인산화 셀룰로오스 나노섬유 기반 에어로겔의 난연·단열 특성 증대를 위한 미이용 산림
바이오매스 유래 다공성 활성탄소 복합화
Fabrication of Flame-Retardant and Thermally Insulating Cellulose Aerogels from
Phosphorylated CNFs and Activated Carbon
류희수¹, 조재민², 구본욱^{1*}
Heesu YOO¹, Jaemin JO², Bonwook KOO¹
¹경북대학교 임산공학과, ²경북대학교 농업과학기술연구소
¹Major in Wood & Paper Science, Kyungpook National University,
²Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University

- P-72 **다펄프 천연염색을 통한 오방간색 홍색 구현 및 색상 특성 분석**
Implementation and Color Characteristic Analysis of Five Directional Intermediate Red Dyed on Paper Mulberry Pulp by Natural Dyed
 박성원¹, 이유주², 신영우³, 김선우⁴, 김진원², 이상현¹, 최태호²
 Seong-Won PARK¹, Yu-Ju LEE², Young-Woo SHIN³, Sun-Woo KIM⁴, Jin-Won KIM², Sang-Hyon, LEE³, Tae-Ho CHOI²
¹충북대학교 산학협력단 지류유물보존처리센터, ²충북대학교 목재종이과학과, ³충북대학교 임산공학과
⁴충북대학교 문화재과학협동과정
¹Conservation and Restoration Center of Paper Heritage,
²Dept. of Wood Paper Science, Chungbuk University,
³Dept of Forest Products, Chungbuk University,
⁴Dept. of Culutral Heritage Science, Chungbuk University
- P-73 **오방간색 중 녹색 구현을 위한 다펄프 염색 조건 최적화**
Optimization of Paper Mulberry Pulp Dyeing Conditions for Green Color Development among Obang-gan Colors
 신영우¹, 이유주², 박성원³, 김선우⁴, 김진원², 이상현³, 최태호²
 Young-Woo SHIN¹, Yu-Ju LEE², Seong-Won PARK³, Sun-Woo KIM⁴, Jin-Won KIM², Sang-Hyon, LEE³, Tae-Ho CHOI²
¹충북대학교 임산공학과, ²충북대학교 목재종이과학과, ³충북대학교 산학협력단 지류유물보존처리센터
⁴충북대학교 문화재과학협동과정
¹Dept. of Forest Products, Chungbuk University,
²Dept. of Wood Paper Science, Chungbuk University,
³Conservation and Restoration Center of Paper Heritage,
⁴Dept. of Culutral Heritage Science, Chungbuk University
- P-74 **Fe²⁺/Fe³⁺ 전구체를 활용한 소나무 수피 바이오차의 자기화: Fe₃O₄ 비율에 따른 플루오피람 제거 효율**
Magnetization of Pine Bark Biochar Using Fe²⁺/Fe³⁺ Precursors: Effect of Fe₃O₄ Loading Ratio for Removal of Fluopyram
 박윤¹, 이재원^{2,3}
 Yoon PARK¹, Jae-Won LEE^{2,3}
¹전남대학교 산학협력단, ²전남대학교 임산공학과, ³전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공
¹University Industry Liaison Office of Chonnam National University
²Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University
³Interdisciplinary Program in IT- Bio Convergence System, Chonnam National University
- P-75 **ATR-IR 화학량론 모델링을 이용한 미이용 산림 바이오매스 유래 바이오차의 비파괴적 탄소 지표 예측**
Non-Destructive Prediction of Carbon Indices in Forest-Residue-Derived Biochar Using ATR-IR Chemometric Modeling
 김예진¹, 황채원², 신해원², 황성욱^{3*}, 구본욱^{2*}
 Yejin KIM¹, Chaewon HWANG², Haewon SHIN², Sung-Wook HWANG^{3*}, Bonwook KOO^{2*}
¹경북대학교 임산공학과, ²경북대학교 산림과학.조경학부 임산공학전공, ³경북대학교 농업과학기술연구소
¹Dept. of Wood Science and Technology, Graduate School, Kyungpook National University,
²Major in Wood and Paper Science, School of Forestry, Science and Landscape Architecture, Kyungpook National University,
³Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-76 목질계 바이오매스 추출물 내 알파-펠란드렌 유래 PVC 가소제 개발
Plasticizer for PVC derived from α -phellandrene in Lignocellulosic Biomass Extractives

조영민¹, 조성민², 신준호¹, 김한희³, 한근우¹, 곽효원^{1,3}, 최인규^{1,3*}

Youngmin CHO¹, Seong-Min CHO², Junho SHIN¹, Hanhee KIM², Geunwoo HAN¹,
Hyo Won KWAK^{1,3}, In-Gyu CHOI^{1,3*}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²노스캐롤라이나 주립대, ³서울대학교 농생명과학연구원

¹Dept. of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,

²Dept. of Forest Biomaterials, College of Natural Resources, North Carolina State University,

³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

- P-77 낙엽을 이용한 *Pseudomonas* 속 미생물 선별배지 제작
Preparation of a Selective Medium for *Pseudomonas* species Using Fallen Leaves

유용태¹, 고현준^{1*}

Yongtae YU¹, Hyunjun KO^{1*}

¹강원대학교 산림바이오소재공학과

¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University

D 분야 : 복합재료, 가구인테리어 (Wood Composites, Furniture Interior)

- P-78* **목재 용접 기술을 활용한 실내 마감재의 오염물질 방출 평가**
Pollutant Emission Assessment of Interior Finishing Materials Fabricated by Wood Welding Technology
박해든¹, 정현우¹, 변지영¹, 장성진¹
Haedeun PARK¹, Hyeonwoo JEONG¹, Jiyoung BYEON¹, Seong Jin CHANG^{1*}
¹경상국립대학교 인테리어재료공학과
¹Dept. of Interior Materials Engineering, Gyeongsang National University
- P-79* **4차화 리그닌을 포함한 지속가능한 젤라틴 기반 나노섬유 필름의 활성 식품 포장 응용**
Quaternized Lignin Incorporated Sustainable Gelatin-Based Nanofiber Films for Active Food Packaging Applications
김선경¹, 정승오¹, 김정규¹, 방준식¹, 박상우¹, 김서진¹, 임효승¹, 서다운¹, 김채은¹, 신동호¹, 최인규^{1,2}, 곽효원^{1,2*}
Seon-Gyeong KIM¹, Seungoh JUNG¹, Jungkyu KIM¹, Junsik BANG¹, Sang-Woo PARK¹, Seojin KIM¹, Hyoseung LIM¹, Dawoon SEO¹, Chae-Eun KIM¹, In-Gyu CHOI^{1,2}, Hyo Won KWAK^{1,2*}
¹서울대학교 농림생물자원학부 환경재료과학전공, ²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Program in Environmental Materials Science, Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University
²Research Institute of Agriculture and Life Science, Seoul National University
- P-80* **FDM 3D 프린팅 매개변수가 MCC 강화 PLA/PHA/PBAT 삼원 혼합 바이오 복합재의 인장 및 형태학적 특성에 미치는 영향**
Effect of FDM 3D Printing Parameters on Tensile and Morphological Properties of MCC-Reinforced PLA/PHA/PBAT Ternary Blended Biocomposites
박상학^{1,2}, 박종인^{1,2}, 김범준^{1,2,*}
Sang-Hak PARK^{1,2}, Jong-In PARK^{1,2}, Birm-June KIM^{1,2,*}
¹국민대학교 임산생명공학과, ²국민대학교 탄소흡수원 특성화 대학원
¹Dept. of Forest Products and Biotechnology, Kookmin University
²Forest Carbon Graduate School, Kookmin University
- P-81* **PLA/PHA/PBAT 바이오복합재의 산업적 활용 가능성에 관한 연구**
Study on the Industrial Potential of PLA/PHA/PBAT Bio-Composites
박종인^{1,2}, 박상학^{1,2}, 김범준^{1,2,*}
Jong-In PARK^{1,2}, Sang-Hak PARK^{1,2}, Birm-June KIM^{1,2,*}
¹국민대학교 임산생명공학과, ²국민대학교 탄소흡수원 특성화 대학원
¹Dept. of Forest Products and Biotechnology, Kookmin University
²Forest Carbon Graduate School, Kookmin University
- P-82 **CLT 벽체의 결로 발생 및 상대습도 거동 분석**
Analysis of Hygrothermal Performance: Condensation and Relative Humidity Behavior in CLT Wall Assemblies
이소민¹, 이정훈^{1*}
So-Min LEE¹, Jeong-Hun LEE^{1*}
¹충남대학교 환경소재공학과
¹Dept. of Biobased Materials, Chungnam National University
-

D 분야 : 복합재료, 가구인테리어 (Wood Composites, Furniture Interior)

- P-83 금속, 유리섬유 및 탄소섬유로 보강된 코르크 보드를 복합한 원목마루판의 치수안정성
The Dimensional Stability of Wood Flooring Compositated with Cork Composite Boards Reinforced with Metal, Glass fiber and Carbon Fiber
고준호¹, 고상훈¹, 김동현¹, 차민성¹, 박한민¹
Jun-Ho GOH¹, Sang-Hun GOH¹, Dong-Heon KIM¹, Min-Seong CHA¹, Han-Min PARK¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과
¹Dept. of Environmental Material Science, Gyeongsang National University
- P-84 금속, 유리섬유 및 탄소섬유로 보강된 코르크 보드를 복합한 원목마루판의 휨 성능
Bending Performance of Wood Flooring with Cork Composite Boards Reinforced with Metal, Glass Fiber or Carbon Fiber
고준호¹, 고상훈¹, 김동현¹, 차민성¹, 박한민¹
Jun-Ho GOH¹, Sang-Hun GOH¹, Dong-Heon KIM¹, Min-Seong CHA¹, Han-Min PARK¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과
¹Dept. of Environmental Material Science, Gyeongsang National University
- P-85 금속, 유리섬유, 탄소섬유로 보강된 코르크 보드를 복합한 원목마루판의 내수성
Water Resistance of Cork-Heterogeneous Material Composite Boards Reinforced with Metal, Glass Fiber, and Carbon Fiber
고준호¹, 고상훈¹, 김동현¹, 서주원¹, 박한민¹
Jun-Ho GOH¹, Sang-Hun GOH¹, Dong-Heon KIM¹, Ju-Won SEO¹, Han-Min PARK¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과
¹Dept. of Environmental Material Science, Gyeongsang National University
- P-86 저장안전성과 가격 경쟁력을 갖춘 멜라민계 상온경화형 접착제의 특성 평가
Evaluation of the Properties of a Melamine-Based Room-Temperature Curable Adhesive with Storage Stability and Cost Competitiveness
이민¹, 박용건¹, 이상민¹, 강은창¹
Min LEE¹, Yonggun PARK¹, Sang-Min LEE¹, Eun-Chang KANG¹
¹국립산림과학원 목재공학연구과
¹Division of Wood Engineering, National Institute of Forest Science (NIFoS)
- P-87 냉압(Poly-urethane) 및 열압(MUF) 접착제를 사용한 합판의 기계적 특성 비교
Analysis of Mechanical Properties of Plywood Using Cold-Setting(Poly-Urethane) and Thermo Setting(MUF) Adhesives
최철¹, 정택용², 박하림², 강석구²
Chul CHOI¹, Taek-yong JEONG², Ha-lim PARK², Seog-goo KANG²
¹이건산업(주) 개발전략팀, ²충남대학교 환경소재공학과
¹Development & Strategy team, EAGON Industrial Co., Ltd.,
²Wood-based Composite Materials Lab, College of Agriculture & Life Science, Chungnam University
-

D 분야 : 복합재료, 가구인테리어 (Wood Composites, Furniture Interior)

- P-88 **대마 속대 미세섬유의 제조방식이 TPS/PBAT 복합 필름의 물리적 특성에 미치는 영향**
Effect of Processing Methods of Fibrillated Hemp Fibers on Physical Properties of TPS/PBAT Films
조해민¹, 임연수¹, 정찬덕¹, 김종화¹, 최준호¹, 김호용¹,
Hae-Min JO¹, Yeon-Su LIM¹, Chan-Duck JUNG¹, June-Ho CHOI¹, Ho-Yong KIM¹
¹한국화학연구원 바이오화학실용화센터
¹Center for Bio-based Chemistry, Korea Research Institute of Chemical Technology
- P-89 **리그노설폰산 용매 분획 특성이 난연 MDF 보드의 물성 및 방염 성능에 미치는 영향**
Effect of Solvent-Fractionated Lignosulfonate on the Physical Properties and Flame-Retardant Performance of Medium Density Fiberboard (MDF)
신동호¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 여환명^{1,2}, 최인규^{1,2}, 이윤일³, 최수용³, 김강민³, 황우현³, 곽효원^{1,2*}
Dongho SHIN¹, Sangwoo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Hwanmyeong YEO^{1,2}, In-Gyu CHOI^{1,2}, Yunil LEE³, SooYong CHOI³, KangMin KIM³, Hwang Woo HYUN³,
Hyo Won KWAK^{1,2*}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원, ³(주)유니드비티플러스
¹Dept. of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University,
³Unid BTPlus Co. Ltd
- P-90 **리그닌 기반 탄소 양자점의 친환경 합성 및 특성 분석**
Green Synthesis and of Characterization Lignin-Derived Carbon Quantum Dots
김서진¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 임효승¹, 김선경¹, 김채은¹, 서다운¹, 최인규^{1,2}, 곽효원^{1,2}
Seojin KIM¹, Sang-Woo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Seon-Gyeong KIM¹,
Chaeun KIM¹, Dawoon SEO¹, In-Gyu CHOI^{1,2}, Hyo Won KWAK^{1,2}
¹서울대학교 농업생명과학대학 농림생물자원학부
²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Dept. of Agriculture, Forestry and Bioresources, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
- P-91 **줄기와 가지 분말을 사용한 발광 투명 목재: 리그닌 유래 탄소 양자점을 함유하여 자외선 차단 및 단열 기능을 갖춘 스마트 창호 응용**
Luminescent Transparent Wood from Stem and Branch Powders Embedded with Lignin-Derived Carbon Quantum Dots for UV Blocking and Thermal Insulation in Smart Window Applications
다오 카 지앙¹, 프라바카², 이동우², 리막심², 송정일^{2*}
Kha Giang DAO¹, M.N PRABHAKAR², Dong-woo LEE², Maksym LI², Jung-il SONG^{2*}
¹국립창원대학교 기계공학과, ²국립창원대학교 DNA+ 연구소
¹Dept. of Mechanical Engineering, Changwon National University,
²DNA+ Research Center, Changwon National University

E 분야 : 산업, 정책, 문화 (Wood Industry, Policy, Culture)

- P-92 연료형 목재제품의 조기경보체계 구축 연구
Study on the Early Warning System for Fuel-Type Wood Products
엄창득¹, 정한섭¹, 홍채린¹, 김다정¹, 안병일²
Chang-Deuk EOM¹, Hanseob JEONG¹, Chae-lin HONG¹, Da-Jung KIM¹, Byeong-il AHN²
¹국립산림과학원 목재산업연구과, ²고려대학교 식품자원경제학과
¹Forest Products and Industry Dept., National Institute of Forest Science
²Dept. of Food and Resource Economics, Korea University
- P-93 국내 침엽수 주요 수종의 지역별 목재생산 가능량 추정
Estimation of Regional Timber Production Potential of Major Coniferous Species in South Korea
이재정¹, 김성열¹, 양지욱¹, 박선용¹
Jaejung LEE¹, Sungyeol KIM¹, Jiwook YANG¹, Seoyong PARK¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과
¹Forest Industrial Materials Division, National Institute of Forest Science
- P-94 원목 수요 시나리오에 따른 국내 목재생산림 내 낙엽송 자원의 고갈 및 지속가능성 연구
A Study on the Depletion and Sustainability of Larch Resources in Korean Timber-Producing Forests according to the Log Demand Scenarios
정택용¹, 강석구^{2*}
Taek-Yong JEONG¹, Seog-Goo KANG^{2*}
¹우디즘목재이용연구소, ²충남대학교 환경소재공학과
¹The Korean Woodism-city Project Research Center, ²Dept of Bio-Based Materials, Chungnam National University
- P-95 목재제품 및 목질화 건축물에서 방출되는 NVOC 유효성분의 목록화 연구
Compilation of Effective NVOC Constituents Emitted from Wood Products and Wood-Interior Finished Buildings
이영규¹, 김주완¹, 김준혁¹, 유원태¹, 오수환¹, 박천영², 이지홍², 정용기², 송정현²
Young-Kyu LEE¹, Juwan KIM¹, Junhyuk KIM¹, Wan Tae YOO¹, Suhwan OH¹, Chunyoung PARK², Jihong LEE², Yungkee JEONG², Jeonghyun SONG²
¹서울대학교 농생명과학공동기기원 실내환경분석센터, ²목재문화진흥회
¹National Instrumentation Center for Environmental Management, Seoul National University
²KOREA ASSOCIATION OF WOOD CULTURE
- P-96 경골목구조 내화구조 표준 개정을 위한 신규 구조체 도출
Derivation of a New Structural Element for Revising the Fire-Resistant Structural Standard for Light-Frame Wood Structures
이인환¹, 이상준¹, 김철기¹, 윤범열¹, 이형우¹, 황태익¹
In-Hwan LEE¹, Sang-Joon LEE¹, Chul-Ki KIM¹, Beom Yeol YUN¹, Tae-Ik HWANG¹
¹국립산림과학원 목재공학연구과
¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science
-

E 분야 : 산업, 정책, 문화 (Wood Industry, Policy, Culture)

- P-97 목재과학 분야 도메인 특화 언어모델의 파인튜닝 및 검색 증강 성능 평가
Evaluation of Fine-tuning and Retrieval-Augmented Generation for a Domain-Specific Language Model in Wood Science
황성욱
Sung-Wook HWANG
경북대학교 농업과학기술연구소
Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University
- P-98 목재포장재 열처리에서 목재 수분함량이 목재 중심부 온도 상승에 미치는 영향
Effect of Moisture Content on Core Temperature Rise in Heat Treatment of Wood Packaging Materials
장미¹, 조동훈¹, 현경탁¹, 이종호¹
Mi JANG¹, Donghun CHO¹, Kyongtak HYUN¹, Jongho LEE¹
¹농림축산검역본부 식물방제과
¹Plant Pest Control Division, Animal and Plant Quarantine Agency
- P-99 목재이용 확대를 위한 글로벌 정책 사례 : 북미와 유럽을 중심으로
Global Policy Cases for Promoting Wood Utilization : Focus on North America and Europe
윤새민¹, 김민지¹, 최용석¹, 권수연¹, 김명길¹
Sae-Min YOON¹, Min-Ji KIM¹, Yong-Seok CHOI¹, SooYeon KWON¹, Myungkil KIM¹
¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과
¹Wood Industry Division., Forest Products and Industry Department. Institute of Forest Science
- P-100 목재교육이 산업과 문화에 미치는 영향 분석: 일본 및 스웨덴 사례 중심으로
Analysis on the Effects of Wood Education on Industry and Culture: Focusing on the Cases of Japan and Sweden
양지윤¹, 김대연¹, 김건호¹, 이수연¹
Jiyeon YANG¹, Dae Yeon KIM¹, Keon-Ho KIM¹, Su Yeon LEE¹
¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과
¹Division of Wood Industry, Department of Forest Product and Industry, National Institute of Forest Science, Seoul, Republic of Korea
- P-101 미국·독일·일본 보조정책 비교를 통한 국내 미이용 산림바이오매스 활성화 방안
Strategies to Promote Domestic Utilization of Unused Forest Biomass: Comparative Analysis of Support Policies in the United States, Germany, and Japan
지민경¹, 한규성¹
Minkyong JI¹, Gyu-Seong HAN¹
¹충북대학교 목재종이과학과
¹Dept. of Wood and Paper Science, Chungbuk National University
- P-102 건축물의 탄소 산정 방법론 비교 연구 - 유럽사례를 중심으로
A Comparative Study of Carbon Calculation Methodologies for Buildings - Focusing on European Cases
김민지¹, 윤새민¹, 최용석¹, 박주생¹
Min-Ji KIM¹, Sae-Min YOON¹, Yong-Seok CHOI¹, Joo-Saeng PARK¹
¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과
¹Wood Industry Division., Forest Products and Industry Department. Institute of Forest Science
-

E 분야 : 산업, 정책, 문화 (Wood Industry, Policy, Culture)

- P-103 국산목재 활용 공공건축사업의 가이드라인 및 성과평가 지표 연구
A Study on Guidelines and Performance Evaluation Indicators for Public Projects Using Domestic Timber

이수연¹, 김건호¹, 양지윤¹
Su Yeon LEE¹, Keonho KIM¹, Jiyeon YANG¹
¹국립산림과학원 목재산업연구과
¹Wood Insustry Division, National Institute of Forest Science
- P-104 공공 목조건축 확대를 위한 녹색건축인증 평가지표 개선안 제시
Proposal for Improving Green Building Certification Evaluation Criteria to Expand Public Wooden Building

김건호¹, 이수연¹, 양지윤¹, 김태형²
Keon-Ho KIM¹, Su-Yeon LEE¹, Jiyeon YANG¹, Tae-Hyoung KIM²
¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과, ²한국건설기술연구원 건축연구본부
¹Div. Wood Industry, Dept. Forest Products and Industry, National Institute of Forest Science
²Dept. Building Research, Korea Institute of Civil engineering and Building Technology
- P-105 임업기계장비 품질인증 운영 현황과 향후 개선 과제
Current Status and Operation of Foresry Machinery Equipment Certification System and Future Improvement Tasks

강찬영¹, 박경완¹, 정인호¹
Chan-Young KANG¹, Kyung-Wan PARK¹, In-Ho JUNG¹
¹한국임업진흥원
¹Korea Forestry Promotion Institute
- P-106 산지개발지 임목자원화 제도 소개
Introduction of the Timber Resource Utilization System in Forest Development Sites

이수연
Su-Yeon LEE
한국임업진흥원
Korea Forestry Promotion Institute
- P-107 합법목재 교역촉진제도의 운영 현황과 향후 발전 과제
Current Status and Future Challenges of Verification on Timber Legality in the Republic of Korea

황종민¹, 김성록¹, 한수빈¹
Jong-Min HWANG¹, Sung-Log KIM¹, Su-Bin HAN¹
¹한국임업진흥원
¹Korea Forestry Promotion Institute
- P-108 *Aglaia* 속의 해부학 및 물리적 특성 분석
Analysis of the anatomical and physical characteristics of *Aglaia* spp.

노재호¹, 박소연¹, 허예성¹, 김서령¹
Jae-Ho NOH¹, So-Yeon PARK¹, Ye-Seong HEO¹, Seo-Ryeong KIM¹
¹한국임업진흥원 Korea Forestry Promotion Institute
-

발 표 논 문 목 차

특 별 강 연

- 특강 I **국립산림과학원 임산자원이용 분야 R&D 발자취**
R&D Footprint of Forest Resource Utilization in the National Institute of Forest Science 3
안병준
Byoungjun AHN
(사)한국목재공학회
The Korean Society of Wood Science & Technology
- 특강 II **국민을 향한 산림경영**
Forest Management for the People 3
박현
Hyun PARK
서울대학교 농림생물자원학부
Dept. of Agr. & For. Bioresources, Seoul National University
- 특강 III **AI 시대의 이해와 활용 트렌드**
Understanding and Utilizing Trends in the AI Era 4
곽재도
Andrew KWAK
인공지능산업융합사업단
Artificial Intelligence Industry Cluster Agency(AICA)

전 시 발 표

A 분야 : 목재조직(해부), 건조, 보존 (Wood Anatomy, Drying, Preservation)

- P-01* **특대재 건조 중 결함 제어를 위한 실시간 데이터 및 전처리 기술 연구**
A Study on Real-Time Data and Pre-Treatment Techniques for Defect Control During Large-Cross-Section Timber Drying 9
바트-오즈랄¹, 강민지¹, 이성현², 이창진³, 여환명^{1,2}
Bat-Uchral BATJARGAL¹, Minjee KANG¹, Seonghyun LEE², Chang-Jin LEE³, Hwanmyeong YEO^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 산림과학부, ³전북대학교 목재응용과학과
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University
²Department of Forest Sciences, Seoul National University
³Department of Wood Science and Technology, Jeonbuk National University
- P-02* **국산 곱솔 제재목의 천연건조 방법에 따른 건조 특성 비교**
Comparison of Drying Characteristics of Korean Black Pine Sawn Timber Under Different Air-Drying Methods 9
박종익^{1,2}, 오세창¹, 박용건², 진원호², 이 민²
Jong-Ik PARK^{1,2}, Sei-Chang OH¹, Yonggun PARK², WonHo JIN², Min LEE²
¹대구대학교 산림자원학과, ²국립산림과학원 목재공학연구과
¹Department of Forest Resources, Daegu University,
²Division of Wood Engineering, National Institute of Forest Science

A 분야 : 목재조직(해부), 건조, 보존 (Wood Anatomy, Drying, Preservation)

- P-03* **실시간 확산계수 보정을 통한 목재 건조 곡선 시뮬레이션 정확도 향상**
Real-Time Adjustment of Diffusion Coefficient for Improved Simulation of Wood Drying Behavior 10
강민지¹, 바트-오즈랄², 이성현², 이창진³, 여환명^{1,2}
Minjee KANG¹, Bat-Uchral BATJARGAL¹, Seonghyun LEE¹, Chang-Jin LEE³, Hwanmyeong YEO^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 산림과학부, ³전북대학교 목재응용과학과
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University, ²Department of Forest Sciences, Seoul National University, ³Department of Wood Science and Technology, Jeonbuk National University
- P-04* **제주 해녀박물관 소장 유물의 보존처리**
The Analysis and Conservation Treatment of Wooden Furniture from the Jeju Haenyeo Museum in Jeju 10
박혜리¹, 김인애¹, 백주은¹, 박정혜², 김수철^{3,†}
Hae-Ree PARK¹, In-Ae KIM¹, Ju-Eun BAEK¹, Jung-Hae PARK², Soo-Chul KIM^{3,†}
¹한국전통문화대학교 유산기술학과, ²진성문화유산, ³한국전통문화대학교 보존과학과
¹Dept. of Heritage Science and Technology Studies, Korea National University of Heritage, ²Jinsung Cultural Heritage Conservation, ³Dept. of Conservation Science, Korea National University of Heritage
- P-05* **청주 테크노폴리스 출토 목제 빗의 수종 분석 및 보존처리**
Species Identification and Conservation Treatment of Wooden Combs Excavated from the Cheongju Technopolis 11
조재연¹, 김윤지², 손병화², 서정욱^{2,3*}
Jae-Yeon CHO¹, Yun-Ji KIM², Byung-Hwa SON², Jeong-Wook SEO^{2,3*}
¹충북대학교 문화재과학협동과정, ²충북대학교 나이트연구소, ³충북대학교 목재·종이과학과
¹Dept. of Cultural Heritage Science, Chungbuk National University, Cheongju, Republic of Korea, ²Tree-Ring Research Center, Cheongju, Republic of Korea, ³Dept. of Wood and Paper Science, Chungbuk National University, Cheongju, Republic of Korea
- P-06* **영덕 장육사 대웅전 주요 목부재의 수종 및 연륜연대 분석**
Species Identification and Dating of Main Wooden Members from the Daeungjeon in Jangyuksa, Yeongdeok 11
이미림¹, 손병화², 이주석², 김예진¹, 서정욱^{2,3}
Mi-rim LEE¹, Byung-hwa SON², Ju-Seok LEE², Ye-jin KIM¹, Jeong-Wook SEO^{2,3}
¹충북대학교 문화재과학협동과정, ²충북대학교 나이트연구소, ³충북대학교 목재·종이과학과
¹Dept. of Cultural Heritage Science, Chungbuk National University, ²Tree-Ring Research Center, Chungbuk National University, ³Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University
- P-07* **치목된 소나무(*Pinus densiflora*) 부재의 벌채 연도 추정을 위한 통계 모델**
Statistical Model for Estimating the Cutting year of Hewn Korean Pine Timber (*Pinus densiflora*) 12
이주석¹, 손병화¹, 서정욱^{1,2}
Ju-Seok LEE¹, Byung-Hwa SON¹, Jeong-Wook SEO²
¹충북대학교 나이트연구소, ²충북대학교 목재종이과학과
¹Tree-ring Research Center, Chungbuk National University, ²Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University
- P-08 **안정산소동위원소비($\delta^{18}\text{O}$) 연대기를 활용한 무주 안국사 천불전 기둥 연대 분석**
Stable Oxygen Isotope ($\delta^{18}\text{O}$) Dating for Wooden Pillar from the Cheonbuljeon Hall in Anguksa Temple, Muju 12
김윤지¹, 정현민², 서정욱^{1,3}
Yun-Ji KIM¹, Hyun-Min JEONG², Jeong-Wook SEO^{1,3}
¹충북대학교 나이트연구소, ²전통건축수리기술진흥재단, ³충북대학교 목재·종이과학과
¹Tree-ring Research Center, Chungbuk National University, ²Korea Foundation for the Traditional Architecture and technology ³Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University

A 분야 : 목재조직(해부), 건조, 보존 (Wood Anatomy, Drying, Preservation)

- P-09 **남해읍성 출토 목재의 수종 분석 및 방사성탄소연대 분석**
Wood Species Identification and Radiocarbon Dating Analysis of Wood Excavated from Namhae-Eupseong Fortress 13
 권옥¹, 박창현², 부재혁³, 김수철^{3,†}
 Wook KWON¹, Chang Hyun PARK², Jae-Hyuck BU³, Soo-Chul KIM^{3,†}
¹한국전통문화대학교 유산기술학과, ²국립해양유산연구소, ³한국전통문화대학교 보존과학과
¹Dept. of Heritage Science and Technology Studies, Korea National University of Heritage
²National Research Institute of Maritime Cultural Heritage
³Dept. of Conservation Science, Korea National University of Heritage
- P-10 **AI 기반 X-ray 영상 분석을 통한 소나무 제재목 휨강도 예측 가능성 평가**
Applicability of AI-based X-ray Image Analysis to Predict Bending Strength of Pine Timber 13
 이해균¹, 안경선¹, 김민정¹, 이광률¹, 황혜선¹, 오정권^{1,2}
 Hae-Gyu LEE¹, Kyung-Sun AHN¹, Min-Jeong KIM¹, Gwang-Ryul LEE¹, Hae-Seon HWANG¹,
 Jung-Kwon OH^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
- P-11 **유동층 기류건조기를 이용한 중밀도 섬유판(MDF)용 목분의 건조 양상 및 열 효율 연구**
A Study of the Drying Characteristics and Thermal Efficiency of Wood Fibers for Medium Density Fiberboard(MDF) using a Fluidized Bed Dryer 14
 이성현¹, 바트-오즈랄², 강민지², 광효원^{1,2,3}, 한희^{1,2,3}, 이요한^{1,2,3}, 김재원⁴, 이경훈⁴, 여환명^{1,2,3}
 Seong-Hyun LEE¹, Bat-Uchral BATJARGAL², Minjee KANG², Hyo Won KWAK^{1,2,3},
 Hee HAN^{1,2,3}, Yohan LEE^{1,2,3}, Jaewon KIM⁴, Kyunghoon LEE⁴, Hwanmyeong YEO^{1,2,3}
¹서울대학교 산림과학부, ²서울대학교 농림생물자원학부, ³서울대학교 농업생명과학연구원,
⁴(주)유니드비티플러스
¹Dept of Forest Sciences, Seoul National University
²Dept of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University
³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
⁴UNID btplus Co., Ltd.
- P-12 **국산 목재의 열기 건조 및 고주파 건조 특성 비교**
Comparison of Kiln Drying and Radio-Frequency Drying Characteristics of Domestic Wood 14
 박용건¹, 진원호¹, 박종익^{1,2}
 Yonggun PARK¹, Wonho JIN¹, Jong-Ik PARK^{1,2}
¹국립산림과학원 목재공학연구과, ²대구대학교 산림자원학과
¹Division of Wood Engineering, National Institute of Forest Science (NIFoS),
²Department of Forest Resources, Daegu University
- P-13 **자연 노출 조건에서 주입식 재색 안정화제 처리 목재의 색안정성 평가**
Evaluation of Color Stability of Wood Treated with an Impregnated Discoloration Stabilizer under Natural Exposure Conditions 15
 박하림¹, 김태석¹, 주성빈¹, 윤선미², 강석구^{1*}
 Halim PARK¹, Tae-suk KIM¹, Seong-been JU¹, Seonmee YOON², Seoggoo KANG^{1*}
¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소
¹Dept of Bio-Based Materials, Chungnam National University,
²The Korean Woodism-city Project Research Center

A 분야 : 목재조직(해부), 건조, 보존 (Wood Anatomy, Drying, Preservation)

- P-14 목재의 내구성 향상을 위한 실란화 처리 기술 개발 및 최적화
Silanization Treatment for Enhanced Wood Durability: Development and Optimization ... 15
 권선률¹, 강태원², 정재희¹, 권규빈¹, 최용석³, 박상희², 황원중¹
Sun Lul KWON¹, Taewon Kang², Jae-Hee JUNG¹, Gyubin KWON¹, Yong-Seok CHOI²,
 Sang-Hee PARK², Won-Joung HWANG¹,
¹국립산림과학원 목재공학연구과, ²창원대학교 스마트그린공학부, ³국립산림과학원 목재산업연구과
- P-15 경주지역 산소동위원소연륜연대기를 이용한 기후 복원 가능성 조사
Investigating the Possibility of Climate Restoration using Tree-Ring $\delta^{18}\text{O}$ Chronology in the Gyeongju Region 16
 박준희¹, 최은비², 남태광³, 서정욱^{1*}
Jun-Hui PARK¹, En-Bi CHOI², Tae-Gwang NAM, Jeong-Wook SEO^{1*}
¹충북대학교 목재·종이과학과, ²나고야대학교 우주지구환경연구소, ³국립문화유산연구원 경주문화유산연구소
¹Dept. of Wood and Paper Science, Chungbuk University,
²Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University,
³Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage
- P-16 해석가능한 인공지능(XAI)을 이용한 참나무속 수종 수피의 수종 분류인자 추출
Extraction of Species Classification Indicators of Oak Bark Using Explainable AI (XAI) 16
 김종호^{1,2}, 이우영², 한민혁²
Jong-Ho KIM^{1,2}, Woo-Young LEE², Min-Hyeok HAN²
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 목재과학전공
¹Dept of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University,
²Dept. of Forest Materials Engineering, Kangwon National University

B분야 : 목재물리, 역학, 목구조 (Wood Physics, Mechanics, Construction)

- P-17* 간접법에 의한 응력과 비파괴시험의 적용 가능성 분석 - 밀도와 압축강도 분석을 중심으로 -
Analysis of the Applicability of Stress Wave Non-Destructive Testing by Indirect Method - Focusing on Density and Compressive Strength - 19
 박민준¹, 김민지¹, 한형준¹, 심국보¹
Min-Soon PARK¹, Min-Ji KIM¹, Hyeong-Jun HAN¹, Kug-Bo SHIM¹
¹충북대학교 목재·종이과학과
¹Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University
- P-18* Glued-in Rod 접합부를 활용한 국산 낙엽송 기둥-보 접합부의 모멘트 성능 평가
Evaluation of the Moment Performance of Beam-Column Connection Using Glued-in Rods in Korea Larch 19
 김민정¹, 안경선¹, 이광률¹, 황혜선¹, 오정권^{1,2}
Min-Jeong KIM¹, Kyung-Sun AHN¹, Gwang-Ryul LEE¹, Hae-Seon HWANG¹, Jung-Kwon OH^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University, Republic of Korea
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Republic of Korea
- P-19* 목재 Mode II 파괴조건에서의 임계 변형 에너지 방출률과 파괴에너지의 비교
Comparison of Critical Strain Energy Release Rate and Fracture Energy for Timber Mode II Failure 20
 이광률¹, 안경선¹, 김민정¹, 황혜선¹, 이해규¹, 오정권¹
Gwang-Ryul LEE¹, Kyung-Sun AHN¹, Min-Jeong KIM¹, Hae-Seon HWANG¹, Hae-Gyu LEE¹
 Jung-Kwon OH¹
¹서울대학교 농림생물자원학부
¹Dept of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University

B분야 : 목재물리, 역학, 목구조 (Wood Physics, Mechanics, Construction)

- P-20 화재에 노출된 목구조 건축물 기둥의 온도 분포 평가
Temperature Distribution of Timber Building Columns Exposed to Fire 20
 이한솔¹, 신진원¹, 김선희², 최인락³, 민정기⁴, 최성모²
Hansol LEE¹, Jinwon SHIN¹, Sun-Hee KIM², In-Rak CHOI³, Jeong-Ki MIN⁴, Sung-Mo CHOI²
¹가톨릭관동대학교 건축공학과, ²서울시립대학교, 건축학부, ³호서대학교 건축토목공학부,
⁴한국건설환경실험연구원 실화재센터
¹Dept. of Architectural Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung, Korea
²Dept. of Architecture Engineering, University of Seoul, Korea
³Dept. of Architecture and Civil Engineering Hoseo University, Asan, Korea
⁴Real-Scale Fire Testing & Research Center, Korea Conformity Laboratories, Samcheok, Korea
- P-21 3D 모듈러 유닛을 위한 GLT - H형강 합성보의 구조 효율성 평가
Experimental Evaluation of Structural Efficiency of GLT - Steel Composite Beams for 3D Modular Units 21
 황혜선¹, 안경선¹, 이광률¹, 김민정¹, 이해규¹, 김철기², 오정권^{1,3}
Hae-Seon HWANG¹, Kyung-Sun AHN¹, Gwang-Ryul LEE¹, Min-Jeong KIM¹, Hae-Gyu LEE¹,
 Chul-Ki KIM², Jung-Kwon OH^{1,3}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²국립산림과학원, ³서울대학교 농업생명과학연구원
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University,
²National Institute of Forest Science
³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
- P-22 FEM 열전달해석을 통한 중·고층 목구조 건축물에 적용 가능한 기둥-보 접합부의 온도거동
Temperature Behavior of Column - Beam Connections for Mid- and High-Rise Timber Buildings Using FEM Heat Transfer Analysis 21
 한슬기¹, 김선희², 신진원³, 김성배⁴, 최성모²
Seul-gi HAN¹, Sun-hee KIM², Jin-won SHIN³, Sung-bae KIM⁴, Sung-mo CHOI²
¹서울시립대학교 건축공학과, ²서울시립대학교 건축학부,
³가톨릭관동대학교 건축공학과, ⁴(주)더나은구조엔지니어링
¹Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul
²Dept. of Architecture, University of Seoul
³Dept. of Architectural Engineering, Catholic Kwandong University
⁴The Naeun Structural Engineering Co. Ltd.
- P-23 상변화물질(PCM) 적용을 통한 한랭지역 목구조 건축물의 난방 효율 개선 및 최적화 방안
Optimization of Heating Efficiency in Cold-Region Timber Buildings Using Phase Change Materials (PCM) 22
 권민지¹, 김민기¹, 김현배¹
Minji KWON¹, Mingi KIM¹, Hyun Bae KIM¹
¹충남대학교 환경소재공학과
¹Dept. of Biobased Materials, Chungnam National University
- P-24 간접법에 의한 응력과 비파괴시험의 적용 가능성 분석 - 드릴저항시험 분석을 중심으로 -
Analysis of the Applicability of Stress Wave Non-Destructive Testing by Indirect Method - Focusing on Drilling Resistance Test Analysis - 22
 한형준¹, 이가원¹, 심국보^{2*}
Hyeong-Jun HAN¹, Ga-Won LEE¹, Kug-Bo SHIM^{2*}
¹충북대학교 임산공학과, ²충북대학교 목재종이과학과
¹Dept of Forest Products, Chungbuk National University,
²Dept of Wood and Paper Science, Chungbuk National University

B분야 : 목재물리, 역학, 목구조 (Wood Physics, Mechanics, Construction)

- P-25 목구조 기둥-보 접합부의 비재하 수평가열로 실험
Experiment Study on Non-Loading Horizontal Heating Furnace of Timber Column-Beam Connections 23
 김성배¹, 김채연², 박금성³, 오근영³, 최성모⁴
Sung-bae KIM¹, Chae-yeon KIM², Keum-sung PARK³, Keun-yeong OH³, Sung-mo CHOI⁴
¹㈜더나은구조엔지니어링, ²서울시립대학교 건축공학과, ³한국건설기술연구원, ⁴서울시립대학교 건축학부
¹The Naeun Structural Engineering Co. Ltd.,
²Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul,
³Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology
⁴Dept of Architecture University of Seoul
- P-26 CLT-콘크리트 합성 목구조 바닥의 휨 성능 연구
Study on Bending Properties of CLT-Concrete Composite Wood Slab 23
 김철기¹, 이형우¹, 황태익¹, 윤나영¹, 이인환¹
Chul-Ki KIM¹, Hyung Woo LEE¹, Tae-Ik HWANG¹, Nayoung YOON¹, In-Hwan LEE¹
¹국립산림과학원 목재공학연구과
¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science
- P-27 낙엽송 자원 고갈 대응을 위한 복합수종 구조용집성재의 성능 평가
Performance Evaluation of Hybrid Glued Laminated Timber for Sustainable Replacement of Larch Resources 24
 주정빈¹, 정택웅², 김태석¹, 여수환¹, 응웬 듀이 뷰옹¹, 박하림¹, 윤선미², 강석구^{1*}
Seongbeen JU¹, Taekyong JEONG², Taeseok KIM¹, Su-Hwan YEO¹, Nguyen Duy Vuong¹, Halim PARK¹, Seonmee YOON², Seoggo KANG¹
¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소
¹Dept of Bio-based Materials, Chungnam National University,
²The Korean Woodism-city Project Research Center
- P-28 열분해 구간을 고려한 기둥-보 유효단면 유효성 검토
Evaluation of the Effective Section of Column and Beam Considering the Pyrolysis Zone 24
 김선희¹, 최인락², 민정기³, 김성배⁴, 최성모¹
Sun-hee KIM¹, In-rak CHOI², Jeong-ki MIN³, Sung-bae KIM⁴, Sung-mo CHOI¹
¹서울시립대학교 건축학부, ²호서대학교 건축토목공학부
³한국건설생활환경시험연구원 실화재센터, ⁴㈜더나은구조엔지니어링
¹Dept of Architectural Engineering, University of Seoul
²Dept of Architecture and Civil Engineering, Hoseo University
³Real-Scale Fire Testing & Research Center, Korea Conformity Laboratories
⁴The Naeun Structural Engineering Co. Ltd.
- P-29 개구부 크기에 따른 Prefab 벽체의 수평하중 저항성능
Lateral Load Resistance of Prefabricated Wall Panels with Different Opening Sizes 25
 이형우¹, 김철기¹, 황태익¹, 유상현¹
Hyung Woo LEE¹, Chul-Ki KIM¹, Tae-Ik HWANG¹, Sang-Hyun YOU¹
¹국립산림과학원 목재공학연구과
¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science

B분야 : 목재물리, 역학, 목구조 (Wood Physics, Mechanics, Construction)

- P-30 노치 합판 전단 접합부를 사용한 목재-콘크리트 복합 슬래브의 진동성능에 대한 실험적 평가 및 prEN 분석모델 검증
Vibration Performance of Timber-Concrete Composite Slabs with Notched Plywood Shear Connections: Experimental Validation of Analytical Model in prEN 25
안경선¹, 오근영², 안진현³, 김민정¹, 이광률¹, 황혜선¹, 이해규^{1,4}, 오정권^{1,4}
Kyung-Sun AHN¹, Keunyeong OH², Jin-Hyun AN³, Min-Jeong KIM¹, Gwang Ryul LEE¹, Hae Seon HWANG¹, Haegyul Lee¹, Jung-Kwon OH^{1,4}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²한국건설기술연구원 건축연구본부, ³국립창원대학교 건축공학전공, ⁴서울대학교 농업생명과학연구원
¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University
²Department of Building Research, Korea Institute of Civil Engineering & Building Technology
³Department of Architectural Engineering, Changwon National University
⁴Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
- P-31 요소계 포름알데히드 포집제를 활용하여 CLT 코어층으로 사용되는 냉압 합판의 장기 포름알데히드 방출량 저감에 관한 연구
Reducing Long-Term Formaldehyde Emission from Cold-Pressing Plywood Used as CLT Core Layer Using Urea-Based Formaldehyde Scavengers 26
응웬뉘이부옹¹, 윤선미², 정택용², 여수환¹, 박하림¹, 강석구¹
Duy Vuong NGUYEN¹, Seon-mee YOON², Taek-yong JEONG², Su-Hwan YEO¹, Ha-lim PARK¹, Seog-goo KANG¹
¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소
¹Department of Bio-based Materials, Chungnam National University,
²The Korean Woodism Project-city Research Center
- P-32 목구조 탄화속도 산정에 관한 설계기준 비교 분석
Comparative Analysis of Design Standards for Charring Rate Calculation in Timber Structures 26
최인락¹, 김선희², 여인환³, 김성배⁴, 최성모²
In-rak CHOI¹, Sun-hee KIM², In-hwan Yeo³, Sung-bae KIM⁴, Sung-mo CHOI¹
¹호서대학교 건축토목공학부, ²서울시립대학교 건축공학과,
³가톨릭관동대학교 건축공학과, ⁴(주)더나은구조엔지니어링
¹Division of Architecture and Civil Engineering, Hoseo University, University of Seoul,
²Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul,
³Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology,
⁴The Naeun Structural Engineering Co. Ltd
- P-33 노후화된 목조 건축물의 유지관리 기법 연구
A Study on Maintenance Techniques for Aging Wooden Buildings 27
윤범열¹, 이상준¹, 김철기¹, 이형우¹, 이인환¹, 이상민¹
Beom Yeol YUN¹, Sang-Joon LEE¹, Chul-Ki KIM¹, Hyung Woo LEE¹, In-Hwan LEE¹, Sang-Min LEE¹
¹국립산림과학원 목재공학연구과
¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science
- P-34 구조용 편백나무 합판 실대재의 난연 및 준불연 성능
Flame Retardant and Quasi-Non-Combustible Performance of Actual Size Structural Hinoki Plywood 27
박희준¹, 이태진¹, 장은석²
Hee-jun PARK¹, Tae-jin LEE¹, Eun-suk JANG²
¹전북대학교 주거환경학과, ²삼보과학 기술연구소
¹Dept. of Housing Environmental Design, ²Sambo Scientific Co., Ltd., R&D Center

B분야 : 목재물리, 역학, 목구조 (Wood Physics, Mechanics, Construction)

- P-35 **층재 수종 구성 및 난연제 주입에 따른 블록 전단강도 평가**
Evaluation of Block Shear Strength according to Layer Species Composition and Flame Retardant Injection 28
김태석¹, 정택용², 주성빈¹, 여수환¹, 응웬 듀이 뷰옹¹, 박하림¹, 윤선미², 강석구^{1*}
Tae-Suk KIM¹, Taek-Yong JEONG², Seong-Been JU¹, Su-Hwan YEO¹, Duy Vuong NGUYEN¹, Ha-Lim PARK¹, Seon-Mee YOON², Seog-Goo KANG¹
¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소
¹Dept. of Bio-Based Materials, Chungnam National University,
²The Korean Woodism-city Project Research Center
- P-36 **유기용매처리에 의한 목재의 흡음특성 개선**
Enhancement of Sound Absorption Properties of Palmwood by Organosolv Treatment 28
강춘원¹, 하라드한콜야², 이영웅¹, 박상우³, 곽효원³, 阪上宏樹⁴
Chun-Won KANG², Haradhan KOLYA², Yong-Woong LEE¹, Sang Woo PARK³, Hyo Won KWAK³, Hiroki SAKAGAMI⁴
¹전북대학교 주거환경학과, ²경상국립대학교 나노신소재융합공학과, ³서울대학교 농림생물자원학부,
⁴이와테대학 임산과학과
¹Dept. of Housing Environmental Design, Jeonbuk National University, Korea,
²Dept. of Materials Engineering and Convergence Technology, Gyeongsang National University, Korea ³Dept. of Agriculture, Seoul National University, Korea,
⁴Dept. of Forest Science, Iwate University, Japan

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-37* **리그닌 및 나노입자화 조건이 PLA 기반 생분해성 필름의 특성에 미치는 영향**
Effect of Lignin Extraction Methods and Nanoparticle Fabrication on the Properties of PLA-Based Biodegradable Films 31
정예진^{1,2}, 이재원^{1,2}
Ye Jin JEONG^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2}
¹전남대학교 임산공학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공
¹Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University,
²Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University
- P-38* **리그닌 유래 비드의 제조 및 독성 유기오염물 제거를 위한 흡착제 응용**
Novel Synthesis of Lignin-Derived Beads and Their Application as Adsorbents for Toxic Organic Pollutant Removal 31
허지원¹, 김민수¹, 김용식^{1*}
Ji Won HEO¹, Min Soo KIM¹, Yong Sik KIM^{1*}
¹산림환경과학대학 제지공학과,
¹Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest and Environmental Sciences, Kangwon National University
- P-39* **탈리그닌 바이오매스를 이용한 효소가수분해 최적 조건 탐색**
Optimization of Enzymatic Hydrolysis Conditions Using Delignified Biomass 32
이은주^{1,2}, 이재원^{1,2,3}
Eun-Ju LEE^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2,3}
¹전남대학교 임산조경학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공, ³전남대학교 임산공학과
¹Dept. of Wood Science and Landscape Architecture, Chonnam National University,
²Interdisciplinary Program in IT- Bio Convergence System, Chonnam National University
³Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-40* 수열처리 바이오매스의 효소가수분해 메커니즘 규명을 위한 잔사 리그닌의 특성분석
Characterization of Residual Lignin after Enzymatic Hydrolysis for Elucidating the Hydrolysis Mechanism of Hydrothermal Treated Biomass 32
신윤정^{1,2}, 이재원^{1,2,3*}
Yoon-Jung SHIN^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2,3}
¹전남대학교 임산조경학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공, ³전남대학교 임산공학과
¹Dept. of Wood Science and Landscape Architecture, Chonnam National University,
²Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University,
³Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University
- P-41* 알지네이트/리그닌 기반 하이드로겔의 제조 및 구조·물성 평가
Preparation and Structural-Property Evaluation of Alginate/Lignin Based Hydrogels 33
신윤정^{1,3}, 정예진^{2,3}, 이재원^{1,2,3*}
Yoon-Jung SHIN^{1,3}, Ye Jin JEONG^{2,3}, Jae-Won LEE^{1,2,3}
¹전남대학교 임산조경학과, ²전남대학교 임산공학과, ³전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공
¹Dept. of Wood Science and Landscape Architecture, Chonnam National University,
²Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University,
³Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University
- P-42* 실리콘 음극용 수계 공정 바인더 용 리그닌 기반 그래프트 공중합체 합성
Synthesis of a Lignin-Based Graft Copolymer as an Aqueous-Processable Binder for Silicon Anodes 33
한근우¹, 조영민¹, 신준호¹, 김한희², 김호용³, 곽효원^{1,2}, 여환명^{1,2}, 최인규^{1,2*}
Geun Woo HAN¹, Youngmin CHO¹, Junho SHIN¹, Hanhee KIM³, HoYong KIM³, Hyo Won KWAK^{1,3}, Hwanmyeong YEO^{1,3}, In-Gyu CHOI^{1,3*}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원,
³한국화학연구소 바이오화학연구센터
¹Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University, Republic of Korea,
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Republic of Korea,
³Center for Bio-based Chemistry, Korea Research Institute of Chemical Technology, Republic of Korea
- P-43* *Cordyceps militaris*의 코디세핀 합성 증진에 대한 농업 부산물의 영향 및 배양 조건을 이용한 합성 성분 함량의 딥러닝기반 모델링
Effect of Agricultural Byproducts on Cordycepin Synthesis in *Cordyceps militaris* and Deep Learning-Based Modeling of Synthetic Component Content Using Cultivation Conditions 34
김도현¹, 김소연¹, 하시영¹
Do Hyeon KIM¹, So Yeon KIM¹, Si Young HA¹
¹경상국립대학교 환경재료학과
¹Dept. of Environment Materials Science, GyeongSang National University
- P-44* Dialdehyde TEMPO 산화 셀룰로오스 나노섬유를 활용한 PVA/키토산 복합 필름 제조 및 특성
Preparation and Properties of PVA/chitosan Composite Films Reinforced and Crosslinked with Dialdehyde TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibrils 34
진주원¹, 조승우¹, 문해찬¹, 전동석¹, 한송이², 권구중², 반디 라즈쿠마², 다디갈라 라마크리슈나², 이승환^{1,2}
Ju-Won JIN¹, Seung-Woo CHO¹, Hae-Chan MOON¹, Dong-Suk JEON¹, Song-Yi HAN², Gu-Joong KWON², Rajkumar BANDI², Ramakrishna DADIGALA², Seung-Hwan LEE^{1,2}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 산림과학연구소
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University, ²Institute of Forest Science, Kangwon National University

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-45* 소나무의 효소 가수분해 촉진을 위한 mild KOH 전처리 및 회수된 액체 폐기물의 식물 성장 효과
Mild KOH Pretreatment to Enhance Enzymatic Hydrolysis of Pine with Liquid Waste Recovery for Plant Growth 35
김소연¹, 김도현¹, 하시영¹
So Yeon KIM¹, Do Hyeon KIM¹, Si Young HA¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과
¹Dept. of Environment Materials Science, GyeongSang National University
- P-46* 바이오 기반 가교제를 이용한 CMCNF 하이드로겔의 제조 및 특성 평가
Production and Characterization of CMCNF Hydrogels Crosslinked with Bio-Based Crosslinker 35
신준호¹, 조영민¹, 김한희², 한근우¹, 정승오¹, 곽효원^{1,2}, 최인규^{1,2*}
Junho SHIN¹, Youngmin CHO¹, Hanhee KIM², Geunwoo HAN¹, Seungoh JUNG¹,
Hyo Won KWAK^{1,2}, In-Gyu CHOI^{1,2*}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농생명과학연구원
¹Dept. of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,
²Research Institute of Agriculture and Life Science, Seoul National University
- P-47* 머신러닝 알고리즘을 활용한 탄화 참나무 칩의 가스 흡착 예측
Prediction of Gas Adsorption in Torrefied Wood Chips Using Machine Learning Algorithms 36
김현철¹, 하시영¹, 양재경¹
Hyeon Cheol KIM¹, Si Young HA¹, Jae-Kyung YANG¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과
¹Dept. of Environmental Materials Science, Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Republic of Korea
- P-48* 과초산 증기 처리 공정을 이용한 내장용 반투명 베니어 제조 기술 연구
Steam-Assisted Peracetic Acid Treatment toward the Development of Translucent Veneer for Interior Applications 36
심지연¹, 김병호¹, 유용태¹, 고현준¹, 박세영^{1*}
Ji-Yeon SIM¹, Byeongho KIM¹, Yongtae YU¹, Hyunjun KO¹, Se-Yeong PARK^{1*}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University
- P-49* 건축물 외피 물성 변화에 따른 도시 미기후 반응 및 열섬 완화 가능성 평가
Impact of Building Envelope Properties on Urban Microclimate and Heat Island Mitigation Potential 37
남지희¹, 박진영¹, 김수민¹
Jihee NAM¹, Jinyoung PARK¹, Sumin KIM¹
¹연세대학교 건축공학과
¹Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Yonsei University
- P-50* 노후 건축물 에너지 성능개선을 위한 CLT 외피 적용 시 접합부 열교 해석 및 에너지 평가
Impact of Thermal Bridges on Energy Performance in CLT Envelope Retrofits of Aging Buildings 37
박지훈¹, 강성택¹, 김수민¹
Ji Hun PARK¹, Seong Taek KANG¹, Sumin KIM¹
¹연세대학교, 건축공학과
¹Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Yonsei University

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-51* 목조건축 기반 저층 주거지 전환을 통한 도시 열섬 완화 및 탄소 저감
Urban Heat Island Mitigation and Carbon Reduction through Timber-Based Transformation of Low-Rise Residential Areas 38
박진영¹, 장성진², 김수민¹
Jinyoung PARK¹, Seong Jin CHANG², Sumin KIM¹
¹연세대학교 건축공학과, ²경상대학교 인테리어재료공학과
¹Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Yonsei University
²Dept. of Interior Materials Engineering, Gyeongsang National University
- P-52 진달래 가지 Pilot scale 추출물 및 Taxifolin glycoside, Taxifolin aglycone의 근육 손실 및 근육 위축 개선 효능 평가
Evaluation of Pilot Scale Extract of *Rhododendron mucronulatum* Branch, and Taxifolin Glycoside and Taxifolin Aglycone for Muscle Loss and Atrophy Improvement 38
이현서¹, 장현두¹, 안다현¹, 김태희^{2,3}, 권예은^{2,3}, 김민석², 김승대³, 최선은^{1,2,*}
Hyun Seo LEE¹, Hyeon Du JANG¹, Da Hyeon AN¹, Tae Hee KIM^{2,3}, Ye Eun KWON^{2,3}, MinSeok KIM², Seungdai KIM³, Sun Eun CHOI^{1,2,*}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²㈜닥터오레고닌, ³남부대학교 AI생체부품소재공학과
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University,
²Dr.Oregonin Inc., ³Dept. of AI Biological parts Materials Engineering, Nambu University
- P-53 표고버섯 원목 폐배지 유래 폴리스타이렌 분해 미생물 분리
Isolation of Polystyrene-Degrading Microorganisms Derived from Waste Mushroom (*Lentinula edodes*) Media 39
이성민¹, 고현준¹
Sungmin LEE¹, Hyunjun KO¹
¹강원대학교 산림바이오소재공학과
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University
- P-54 분리대두단백(SPI)-리그닌 접착제의 경화 특성 분석
Curing Characteristics of SPI Adhesives with Demethylated Lignin 39
조윤지¹, 양봉숙¹, 강규영^{1*}
Yunji CHO¹, Bong Suk YANG¹, Kyu-Young KANG^{1*}
¹동국대학교 바이오환경과학과
¹Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk University
- P-55 한국산 비자나무 정유의 비교 특성: 수율, 이화학적 특성 및 화학조성
Comparative Characterisation of *Torreya nucifera* Essential Oils: Yield, Physiochemical Properties, and Chemical Profiles from Four Populations in South Korea 40
박찬주¹, 김나현¹, 박미진^{1*}
Chanjoo PARK¹, Nahyun KIM¹, Mi-Jin PARK^{1*}
¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 임산소재연구과
¹Materials Division, Forest Products and Industry Department, National Institute of Forest Science, Seoul 02455, Republic of Korea
- P-56 고형 바이오연료 연소재의 환원제 첨가에 따른 6가크로뮴 함량 저감 분석
Analysis of Hexavalent Chromium Reduction in Solid Biofuel Ash by Reductant Addition 40
박범휘^{1,2}, 한규성¹
Beom-Hwi PARK^{1,2}, Gyu-Seong HAN¹
¹충북대학교 임산공학과, ²㈜대덕분석기술연구원
¹Dept. of Forest Products, Chungbuk National University, ²Daedeok Analytical Research Institute

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-57 고형 바이오연료의 슬래깅·파울링 억제를 위한 회융점 개선 방안: 첨가제 조성 효과
Improvement of Ash Fusion Temperature for Slagging and Fouling Mitigation in Solid Biofuels: Effects of Additive Composition 41
임진솔¹, 한규성²
Jin-Sol LIM^{1,2}, Gyu-Seong HAN²
¹충북대학교 대학원 임산공학과, ²충북대학교 목재종이학과
¹Dept. of Department of Forest Products, Graduate School of Chungbuk University,
²Dept. of Wood & Paper Science Chungbuk National University
- P-58 바이오매스 탄산화 수율 및 발열량 예측을 위한 머신러닝 기반 GUI 시뮬레이터 적용
Application of a Machine Learning-Based GUI Simulator for Predicting Biomass Torrefaction Yield and Heating Value 41
박선용¹, 양지욱¹, 김성열¹, 황교정¹, 이재정¹, 이남희¹, 안지은¹, 유선화¹
Sunyoung PARK¹, Jiwook YANG¹, Sungyeol KIM¹, Kyojung HWANG¹, Jaejung LEE¹,
Namhee LEE¹, Ji-Eun AN¹, Sun-Hwa RYU¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과
¹Division of Forest Industrial Materials, National Institute of Forest Science
- P-59 상압 무기촉매 전처리를 통한 급속수열 처리 잔사 내 셀룰로오스의 선택적 분리
Atmospheric Inorganic Catalyst Pretreatment for Selective Cellulose Separation from Supercritical Water-Treated Biomass Residues 42
반태인¹, 장수경¹, 유원재¹, 권재경¹, 전상진¹
Tae-In BAN¹, Soo-Kyeong JANG¹, Wonjae YOUE¹, Jaegyong GWON¹, Sangjin CHUN¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과
¹Forest Industrial Materials Division, National Institute of Forest Science
- P-60 아세틸화에 의한 리그닌의 페놀성 수산기 변화와 기능성 분석
Changes in Phenolic Hydroxyl Groups of Lignin by Acetylation and Its Functional Analysis 42
주은선^{1,2}, 이재원^{1,2*}
Eun-Sun JOO^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2}
¹전남대학교 임산공학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공
¹Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University,
²Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University
- P-61 리그닌 열분해 오일 내 저분자화 산물의 선택적 분리를 위한 분획 공정 설계
Design of Fractionation Process for Selective Separation of Low-Molecular Weight Compounds in Lignin Pyrolysis Oil 43
김종화¹, 이재익¹, 최용희¹, 조해민¹, 최준호¹, 김호용^{1*}
Jonghwa KIM¹, Jaeik LEE¹, Yong Hui CHOI¹, Hae Min JO¹, June-Ho CHOI¹, Hoyong KIM^{1*}
¹한국화학연구원 바이오화학연구센터
¹Center for Bio-based Chemistry, Korea Research Institute of Chemical Technology
- P-62 질소-인 기능화 리그닌 나노입자의 구조적·열적 특성 분석
Structural and Thermal Insights into Nitrogen/Phosphorus Functionalized Lignin Nanoparticles as Flame Retardants 43
김채은¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 김서진¹, 임효승¹, 김선경¹, 서다운¹, 신동호¹, 광효원^{1,2}, 최인규^{1,2}
Chaeun KIM¹, Sangwoo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Sejin KIM¹, Hyoseung LIM¹, Seon-Gyeong KIM¹, Dawoon SEO¹, Dongho SHIN¹, Hyo Won KWAK^{1,2}, In-Gyu CHOI^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부 환경재료과학전공, ²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Dept. of Agriculture, Forestry and Bioresources, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University,
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-63 **리그닌 기반 하이브리드 흡착제를 이용한 팔라듐 회수**
Palladium Recovery Using Lignin-Based Hybrid Adsorbents 44
서다운¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 김서진¹, 임효승¹, 김선경¹, 김채은¹, 신동호¹, 최인규^{1,2}, 곽효원^{1,2}
Dawoon SEO¹, Samwoo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Seojin KIM¹, Hyoseung LIM¹, Seon-Gyeong KIM¹, Chaeun KIM¹, Dongho SHIN¹, In-Hyu CHOI^{1,2}, Hyo Won KWAK^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부 환경재료과학전공, ²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Dept. of Agriculture, Forestry and Bioresources, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University,
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
- P-64 **산불피해목 기반 친환경 수처리 소재 개발**
Development of Eco-Friendly Water Treatment Materials Using Wildfire-Damaged Wood 44
김혜빈¹, 고현준^{1*}
Hyebin KIM¹, Hyunjun KO^{1*}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University
- P-65 **KOH 활성화 처리에 따른 바이오매스 초임계 부산물의 특성 분석**
Effect of KOH Activation on the Characteristics of Solid Residues from Supercritical Water Hydrolysis of Woody Biomass 45
양지욱¹, 김성열¹, 박선용¹, 박정빈¹, 안지은¹, 이남희¹, 이재정¹, 황교정¹, 유선화¹
Jiwook YANG¹, Sungyeol KIM¹, Sunyong PARK¹, Jeonbeen Park¹, Ji-Eun AN¹, Namhee LEE¹, Jaejung LEE¹, Kyojung HWANG¹, Sun-Hwa RYU¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과
¹Division of Forest Industrial Materials, National Institute of Forest Science
- P-66 **나노셀룰로오스 복합 코팅제의 수확 후 과일 보존성 향상 연구**
Evaluation of Nanocellulose Coatings for Improving Postharvest Fruit Preservation 45
이단비¹, 우청린², 피카 데이비드³
Danbee LEE¹, Qinglin WU², David H. PICHA³
¹강원대학교 산림환경과학대학 종이소재과학 전공, ²루이지애나 주립대 자연자원전공
³루이지애나 주립대 원예학과
¹Dept. of Paper Science & Engineering, Kangwon National University,
²School of Renewable Natural Resources, Louisiana State University,
³School of Plant, Environmental and Soil Sciences, Louisiana State University
- P-67 **상용 효소 기반 검토를 통한 산림유전자원 유래 포름산 탈수소효소의 이산화탄소 전환 탐색**
Exploration of Carbon Dioxide Conversion by Forest Genetic Resource-Derived Formate Dehydrogenase Based on a Commercial Enzyme Study 46
김성열¹, 양지욱¹, 박선용¹, 안지은¹, 이남희¹, 황교정¹, 이재정¹, 유선화¹
Sungyeol KIM¹, Jiwook YANG¹, Sunyong PARK¹, Ji-Eun AN¹, Namhee LEE¹, Kyojung HWANG¹, Jaejung LEE¹, Sun-Hwa RYU¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과
¹Division of Forest Industrial Materials, National Institute of Forest Science
- P-68 **버섯부산물 기반 키토산 생산을 위한 *Saccharomyces cerevisiae* 유래 키틴 탈아세틸화 효소의 *Escherichia coli* 발현 시스템 구축**
Expression of Chitin Deacetylase from *Saccharomyces cerevisiae* in *Escherichia coli* for Chitosan Production from Mushroom Byproducts 46
이상준¹, 고현준^{1*}
Sangjun LEE¹, Hyunjun KO^{1*}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-69 금-팔라듐 Core-Shell 이중금속 나노입자가 고정된 TEMPO 산화 셀룰로오스 나노섬유 복합체 제조 및 Peroxidase 특성 평가
Fabrication of TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibril Supported Au-Pd Bimetallic Nanozyme and Exploring its Peroxidase Activity 47
전동석¹, 조승우¹, 진주원¹, 문해찬¹, 한송이², 반디 라즈쿠마², 다디갈라 라마크리슈나², 권구중², 이승환^{1,2}
Dong-suk JEON¹, Seung-Woo CHO¹, Ju-Won JIN¹, Hae-Chan MOON¹, Song-Yi HAN², Rajkumar BANDI², Ramakrishna DADIGALA², Gu-Joong KWON², Seung-Hwan LEE^{1,2}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 산림과학연구소
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University,
²Institute of Forest Science, Kangwon National University
- P-70 TEMPO 산화 셀룰로오스 나노섬유와 디알데히드 셀룰로오스가 PVA/전분 필름에 미치는 영향
Impact of TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibrils and Dialdehyde Cellulose on the Properties of PVA/Starch Films 47
조승우¹, 진주원¹, 문해찬¹, 전동석¹, 한송이², 권구중², 반디 라즈쿠마², 다디갈라 라마크리슈나², 이승환^{1,2}
Seung-Woo CHO¹, Ju-Won JIN¹, Hae-Chan MOON¹, Dong-Suk JEON¹, Song-Yi HAN², Gu-Joong KWON², Rajkumar BANDI², Ramakrishna DADIGALA², Seung-Hwan LEE^{1,2}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 산림과학연구소
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University,
²Institute of Forest Science, Kangwon National University
- P-71 인산화 셀룰로오스 나노섬유 기반 에어로겔의 난연·단열 특성 증대를 위한 미이용 산림 바이오매스 유래 다공성 활성탄소 복합화
Fabrication of Flame-Retardant and Thermally Insulating Cellulose Aerogels from Phosphorylated CNFs and Activated Carbon 48
류희수¹, 조재민², 구분옥^{1*}
Heesu YOO¹, Jaemin JO², Bonwook KOO¹
¹경북대학교 임산공학과, ²경북대학교 농업과학기술연구소
¹Major in Wood & Paper Science, Kyungpook National University,
²Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University
- P-72 닥펄프 천연염색을 통한 오방간색 홍색 구현 및 색상 특성 분석
Implementation and Color Characteristic Analysis of Five Directional Intermediate Red Dyed on Paper Mulberry Pulp by Natural Dyed 48
박성원¹, 이유주², 신영우³, 김선우⁴, 김진원², 이상현¹, 최태호²
Seong-Won PARK¹, Yu-Ju LEE², Young-Woo SHIN³, Sun-Woo KIM⁴, Jin-Won KIM², Sang-Hyon, LEE³, Tae-Ho CHOI²
¹충북대학교 산학협력단 지류유물보존처리센터, ²충북대학교 목재종이과학과, ³충북대학교 임산공학과
⁴충북대학교 문화재과학협동과정
¹Conservation and Restoration Center of Paper Heritage,
²Dept. of Wood Paper Science, Chungbuk University,
³Dept of Forest Products, Chungbuk University,
⁴Dept. of Culutral Heritage Science, Chungbuk University
- P-73 오방간색 중 녹색 구현을 위한 닥펄프 염색 조건 최적화
Optimization of Paper Mulberry Pulp Dyeing Conditions for Green Color Development among Obang-gan Colors 49
신영우¹, 이유주², 박성원³, 김선우⁴, 김진원², 이상현³, 최태호²
Young-Woo SHIN¹, Yu-Ju LEE², Seong-Won PARK³, Sun-Woo KIM⁴, Jin-Won KIM², Sang-Hyon, LEE³, Tae-Ho CHOI²
¹충북대학교 임산공학과, ²충북대학교 목재종이과학과, ³충북대학교 산학협력단 지류유물보존처리센터
⁴충북대학교 문화재과학협동과정
¹Dept. of Forest Products, Chungbuk University,
²Dept. of Wood Paper Science, Chungbuk University,
³Conservation and Restoration Center of Paper Heritage,
⁴Dept. of Culutral Heritage Science, Chungbuk University

C 분야 : 목재화학, 미생물, 에너지, 제지 (Wood Chemistry, Microbiology, Energy, Paper)

- P-74 **Fe²⁺/Fe³⁺ 전구체를 활용한 소나무 수피 바이오차의 자기화: Fe₃O₄ 비율에 따른 플루오피람 제거 효율**
Magnetization of Pine Bark Biochar Using Fe²⁺/Fe³⁺ Precursors: Effect of Fe₃O₄ Loading Ratio for Removal of Fluopyram 49
박윤¹, 이재원^{2,3}
Yoon PARK¹, Jae-Won LEE^{2,3}
¹전남대학교 산학협력단, ²전남대학교 임산공학과, ³전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공
¹University Industry Liaison Office of Chonnam National University
²Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University
³Interdisciplinary Program in IT- Bio Convergence System, Chonnam National University
- P-75 **ATR-IR 화학량론 모델링을 이용한 미이용 산림 바이오매스 유래 바이오차의 비파괴적 탄소 지표 예측**
Non-Destructive Prediction of Carbon Indices in Forest-Residue-Derived Biochar Using ATR-IR Chemometric Modeling 50
김예진¹, 황채원², 신해원², 황성욱^{3*}, 구본욱^{2*}
Yejin KIM¹, Chaewon HWANG², Haewon SHIN², Sung-Wook HWANG^{3*}, Bonwook KOO^{2*}
¹경북대학교 임산공학과, ²경북대학교 산림과학.조경학부 임산공학전공, ³경북대학교 농업과학기술연구소
¹Dept. of Wood Science and Technology, Graduate School, Kyungpook National University,
²Major in Wood and Paper Science, School of Forestry, Science and Landscape Architecture, Kyungpook National University,
³Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University
- P-76 **목질계 바이오매스 추출물 내 알파-펠란드렌 유래 PVC 가소제 개발**
Plasticizer for PVC derived from α-phellandrene in Lignocellulosic Biomass Extractives 50
조영민¹, 조성민², 신준호¹, 김한희³, 한근우¹, 곽효원^{1,3}, 최인규^{1,3*}
Youngmin CHO¹, Seong-Min CHO², Junho SHIN¹, Hanhee KIM², Geunwoo HAN¹, Hyo Won KWAK^{1,3}, In-Gyu CHOI^{1,3*}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²노스캐롤라이나 주립대, ³서울대학교 농생명과학연구원
¹Dept. of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,
²Dept. of Forest Biomaterials, College of Natural Resources, North Carolina State University,
³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University
- P-77 **낙엽을 이용한 *Pseudomonas* 속 미생물 선별배지 제작**
Preparation of a Selective Medium for *Pseudomonas* species Using Fallen Leaves 51
유용태¹, 고현준^{1*}
Yongtae YU¹, Hyunjun KO^{1*}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과
¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University

D 분야 : 복합재료, 가구인테리어 (Wood Composites, Furniture Interior)

- P-78* **목재 용접 기술을 활용한 실내 마감재의 오염물질 방출 평가**
Pollutant Emission Assessment of Interior Finishing Materials Fabricated by Wood Welding Technology 55
박해든¹, 정현우¹, 변지영¹, 장성진¹
Haedeun PARK¹, Hyeonwoo JEONG¹, Jiyoung BYEON¹, Seong Jin CHANG^{1*}
¹경상국립대학교 인테리어재료공학과
¹Dept. of Interior Materials Engineering, Gyeongsang National University

D 분야 : 복합재료, 가구인테리어 (Wood Composites, Furniture Interior)

- P-79* 4차화 리그닌을 포함한 지속가능한 젤라틴 기반 나노섬유 필름의 활성 식품 포장 응용
Quaternized Lignin Incorporated Sustainable Gelatin-Based Nanofiber Films for Active Food Packaging Applications 55
김선경¹, 정승오¹, 김정규¹, 방준식¹, 박상우¹, 김서진¹, 임효승¹, 서다운¹, 김채은¹, 신동호¹, 최인규^{1,2}, 곽효원^{1,2*}
Seon-Gyeong KIM¹, Seungoh JUNG¹, Jungkyu KIM¹, Junsik BANG¹, Sang-Woo PARK¹, Seojin KIM¹, Hyoseung LIM¹, Dawoon SEO¹, Chae-Eun KIM¹, In-Gyu CHOI^{1,2}, Hyo Won KWAK^{1,2*}
¹서울대학교 농림생물자원학부 환경재료과학전공, ²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Program in Environmental Materials Science, Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University
²Research Institute of Agriculture and Life Science, Seoul National University
- P-80* FDM 3D 프린팅 매개변수가 MCC 강화 PLA/PHA/PBAT 삼원 혼합 바이오 복합재의 인장 및 형태학적 특성에 미치는 영향
Effect of FDM 3D Printing Parameters on Tensile and Morphological Properties of MCC-Reinforced PLA/PHA/PBAT Ternary Blended Biocomposites 56
박상학^{1,2}, 박종인^{1,2}, 김범준^{1,2*}
Sang-Hak PARK^{1,2}, Jong-In PARK^{1,2}, Birm-June KIM^{1,2*}
¹국민대학교 임산생명공학과, ²국민대학교 탄소흡수원 특성화 대학원
¹Dept. of Forest Products and Biotechnology, Kookmin University
²Forest Carbon Graduate School, Kookmin University
- P-81* PLA/PHA/PBAT 바이오복합재의 산업적 활용 가능성에 관한 연구
Study on the Industrial Potential of PLA/PHA/PBAT Bio-Composites 56
박종인^{1,2}, 박상학^{1,2}, 김범준^{1,2*}
Jong-In PARK^{1,2}, Sang-Hak PARK^{1,2}, Birm-June KIM^{1,2*}
¹국민대학교 임산생명공학과, ²국민대학교 탄소흡수원 특성화 대학원
¹Dept. of Forest Products and Biotechnology, Kookmin University
²Forest Carbon Graduate School, Kookmin University
- P-82 CLT 벽체의 결로 발생 및 상대습도 거동 분석
Analysis of Hygrothermal Performance: Condensation and Relative Humidity Behavior in CLT Wall Assemblies 57
이소민¹, 이정훈^{1*}
So-Min LEE¹, Jeong-Hun LEE^{1*}
¹충남대학교 환경소재공학과
¹Dept. of Biobased Materials, Chungnam National University
- P-83 금속, 유리섬유 및 탄소섬유로 보강된 코르크 보드를 복합한 원목마루판의 치수안정성
The Dimensional Stability of Wood Flooring Compositized with Cork Composite Boards Reinforced with Metal, Glass fiber and Carbon Fiber 57
고준호¹, 고상훈¹, 김동현¹, 차민성¹, 박한민¹
Jun-Ho GOH¹, Sang-Hun GOH¹, Dong-Heon KIM¹, Min-Seong CHA¹, Han-Min PARK¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과
¹Dept. of Environmental Material Science, Gyeongsang National University
- P-84 금속, 유리섬유 및 탄소섬유로 보강된 코르크 보드를 복합한 원목마루판의 휨 성능
Bending Performance of Wood Flooring with Cork Composite Boards Reinforced with Metal, Glass Fiber or Carbon Fiber 58
고준호¹, 고상훈¹, 김동현¹, 차민성¹, 박한민¹
Jun-Ho GOH¹, Sang-Hun GOH¹, Dong-Heon KIM¹, Min-Seong CHA¹, Han-Min PARK¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과
¹Dept. of Environmental Material Science, Gyeongsang National University

D 분야 : 복합재료, 가구인테리어 (Wood Composites, Furniture Interior)

- P-85 금속, 유리섬유, 탄소섬유로 보강된 코르크 보드를 복합한 원목마루판의 내수성
Water Resistance of Cork-Heterogeneous Material Composite Boards Reinforced with Metal, Glass Fiber, and Carbon Fiber 58
 고준호¹, 고상훈¹, 김동현¹, 서주원¹, 박한민¹
 Jun-Ho GOH¹, Sang-Hun GOH¹, Dong-Heon KIM¹, Ju-Won SEO¹, Han-Min PARK¹
¹경상국립대학교 환경재료학과
¹Dept. of Environmental Material Science, Gyeongsang National University
- P-86 저장안전성과 가격 경쟁력을 갖춘 멜라민계 상온경화형 접착제의 특성 평가
Evaluation of the Properties of a Melamine-Based Room-Temperature Curable Adhesive with Storage Stability and Cost Competitiveness 59
 이민¹, 박용건¹, 이상민¹, 강은창¹
 Min LEE¹, Yonggun PARK¹, Sang-Min LEE¹, Eun-Chang KANG¹
¹국립산림과학원 목재공학연구과
¹Division of Wood Engineering, National Institute of Forest Science (NIFoS)
- P-87 냉압(Poly-urethane) 및 열압(MUF) 접착제를 사용한 합판의 기계적 특성 비교
Analysis of Mechanical Properties of Plywood Using Cold-Setting(Poly-Urethane) and Thermo Setting(MUF) Adhesives 59
 최철¹, 정택용², 박하림², 강석구²
 Chul CHOI¹, Taek-yong JEONG², Ha-lim PARK², Seog-goo KANG²
¹이건산업(주) 개발전략팀, ²충남대학교 환경소재공학과
¹Development & Strategy team, EAGON Industrial Co., Ltd.,
²Wood-based Composite Materials Lab, College of Agriculture & Life Science, Chungnam University
- P-88 대마 속대 미세섬유의 제조방식이 TPS/PBAT 복합 필름의 물리적 특성에 미치는 영향
Effect of Processing Methods of Fibrillated Hemp Fibers on Physical Properties of TPS/PBAT Films 60
 조해민¹, 임연수¹, 정찬덕¹, 김종화¹, 최준호¹, 김호용¹,
 Hae-Min JO¹, Yeon-Su LIM¹, Chan-Duck JUNG¹, June-Ho CHOI¹, Ho-Yong KIM¹
¹한국화학연구원 바이오화학실용화센터
¹Center for Bio-based Chemistry, Korea Research Institute of Chemical Technology
- P-89 리그노설폰산 용매 분획 특성이 난연 MDF 보드의 물성 및 방염 성능에 미치는 영향
Effect of Solvent-Fractionated Lignosulfonate on the Physical Properties and Flame-Retardant Performance of Medium Density Fiberboard (MDF) 60
 신동호¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 여환명^{1,2}, 최인규^{1,2}, 이윤일³, 최수용³, 김강민³, 황우현³, 곽효원^{1,2*}
 Dongho SHIN¹, Sangwoo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Hwanmyeong YEO^{1,2}, In-Gyu CHOI^{1,2}, Yunil LEE³, SooYong CHOI³, KangMin KIM³, Hwang Woo HYUN³,
 Hyo Won KWAK^{1,2*}
¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원, ³(주)유니드비티플러스
¹Dept. of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University,
³Unid BTPlus Co. Ltd
- P-90 리그닌 기반 탄소 양자점의 친환경 합성 및 특성 분석
Green Synthesis and of Characterization Lignin-Derived Carbon Quantum Dots 61
 김서진¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 임효승¹, 김선경¹, 김채은¹, 서다은¹, 최인규^{1,2}, 곽효원^{1,2}
 Seojin KIM¹, Sang-Woo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Seon-Gyeong KIM¹, Chaeun KIM¹, Dawoon SEO¹, In-Gyu CHOI^{1,2}, Hyo Won KWAK^{1,2}
¹서울대학교 농업생명과학대학 농림생물자원학부
²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Dept. of Agriculture, Forestry and Bioresources, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University
²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

D 분야 : 복합재료, 가구인테리어 (Wood Composites, Furniture Interior)

- P-91 줄기와 가지 분말을 사용한 발광 투명 목재: 리그닌 유래 탄소 양자점을 함유하여 자외선 차단 및 단열 기능을 갖춘 스마트 창호 응용
Luminescent Transparent Wood from Stem and Branch Powders Embedded with Lignin-Derived Carbon Quantum Dots for UV Blocking and Thermal Insulation in Smart Window Applications 61
다오 카 지앙¹, 프라바카², 이동우², 리막심², 송정일^{2*}
Kha Giang DAO¹, M.N PRABHAKAR², Dong-woo LEE², Maksym LI², Jung-il SONG^{2*}
¹국립창원대학교 기계공학과, ²국립창원대학교 DNA+ 연구소
¹Dept. of Mechanical Engineering, Changwon National University,
²DNA+ Research Center, Changwon National University

E 분야 : 산업, 정책, 문화 (Wood Industry, Policy, Culture)

- P-92 연료형 목재제품의 조기경보체계 구축 연구
Study on the Early Warning System for Fuel-Type Wood Products 65
엄창득¹, 정한섭¹, 홍채린¹, 김다정¹, 안병일²
Chang-Deuk EOM¹, Hanseob JEONG¹, Chae-lin HONG¹, Da-Jung KIM¹, Byeong-il AHN²
¹국립산림과학원 목재산업연구과, ²고려대학교 식품자원경제학과
¹Forest Products and Industry Dept., National Institute of Forest Science
²Dept. of Food and Resource Economics, Korea University
- P-93 국내 침엽수 주요 수종의 지역별 목재생산 가능량 추정
Estimation of Regional Timber Production Potential of Major Coniferous Species in South Korea 65
이재정¹, 김성열¹, 양지욱¹, 박선용¹
Jaejung LEE¹, Sungyeol KIM¹, Jiwook YANG¹, Seoyong PARK¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과
¹Forest Industrial Materials Division, National Institute of Forest Science
- P-94 원목 수요 시나리오에 따른 국내 목재생산량 내 낙엽송 자원의 고갈 및 지속가능성 연구
A Study on the Depletion and Sustainability of Larch Resources in Korean Timber-Producing Forests according to the Log Demand Scenarios 66
정택용¹, 강석구^{2*}
Taek-Yong JEONG¹, Seog-Goo KANG^{2*}
¹우디즘목재이용연구소, ²충남대학교 환경소재공학과
¹The Korean Woodism-city Project Research Center, ²Dept of Bio-Based Materials, Chungnam National University
- P-95 목재제품 및 목질화 건축물에서 방출되는 NVOC 유효성분의 목록화 연구
Compilation of Effective NVOC Constituents Emitted from Wood Products and Wood-Interior Finished Buildings 66
이영규¹, 김주완¹, 김준혁¹, 유원태¹, 오수환¹, 박천영², 이지홍², 정용기², 송정현²
Young-Kyu LEE¹, Juwan KIM¹, Junhyuk KIM¹, Wan Tae YOO¹, Suhwan OH¹, Chunyoung PARK², Jihong LEE², Yungkee JEONG², Jeonghyun SONG²
¹서울대학교 농생명과학공동기기원 실내환경분석센터, ²목재문화진흥회
¹National Instrumentation Center for Environmental Management, Seoul National University
²KOREA ASSOCIATION OF WOOD CULTURE
- P-96 경골목구조 내화구조 표준 개정을 위한 신규 구조체 도출
Derivation of a New Structural Element for Revising the Fire-Resistant Structural Standard for Light-Frame Wood Structures 67
이인환¹, 이상준¹, 김철기¹, 윤범열¹, 이형우¹, 황태익¹
In-Hwan LEE¹, Sang-Joon LEE¹, Chul-Ki KIM¹, Beom Yeol YUN¹, Tae-Ik HWANG¹
¹국립산림과학원 목재공학연구과
¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science

E 분야 : 산업, 정책, 문화 (Wood Industry, Policy, Culture)

- P-97 목재과학 분야 도메인 특화 언어모델의 파인튜닝 및 검색 증강 성능 평가
Evaluation of Fine-tuning and Retrieval-Augmented Generation for a Domain-Specific Language Model in Wood Science 67
황성욱
Sung-Wook HWANG
경북대학교 농업과학기술연구소
Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University
- P-98 목재포장재 열처리에서 목재 수분함량이 목재 중심부 온도 상승에 미치는 영향
Effect of Moisture Content on Core Temperature Rise in Heat Treatment of Wood Packaging Materials 68
장미¹, 조동훈¹, 현경탁¹, 이종호¹
Mi JANG¹, Donghun CHO¹, Kyongtak HYUN¹, Jongho LEE¹
¹농림축산검역본부 식물방제과
¹Plant Pest Control Division, Animal and Plant Quarantine Agency
- P-99 목재이용 확대를 위한 글로벌 정책 사례 : 북미와 유럽을 중심으로
Global Policy Cases for Promoting Wood Utilization : Focus on North America and Europe 68
윤새민¹, 김민지¹, 최용석¹, 권수연¹, 김명길¹
Sae-Min YOON¹, Min-Ji KIM¹, Yong-Seok CHOI¹, SooYeon KWON¹, Myungkil KIM¹
¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과
¹Wood Industry Division., Forest Products and Industry Department. Institute of Forest Science
- P-100 목재교육이 산업과 문화에 미치는 영향 분석: 일본 및 스웨덴 사례 중심으로
Analysis on the Effects of Wood Education on Industry and Culture: Focusing on the Cases of Japan and Sweden 69
양지윤¹, 김대연¹, 김건호¹, 이수연¹
Jiyeon YANG¹, Dae Yeon KIM¹, Keon-Ho KIM¹, Su Yeon LEE¹
¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과
¹Division of Wood Industry, Department of Forest Product and Industry, National Institute of Forest Science, Seoul, Republic of Korea
- P-101 미국·독일·일본 보조정책 비교를 통한 국내 미이용 산림바이오매스 활성화 방안
Strategies to Promote Domestic Utilization of Unused Forest Biomass: Comparative Analysis of Support Policies in the United States, Germany, and Japan 69
지민경¹, 한규성¹
Minkyong JI¹, Gyu-Seong HAN¹
¹충북대학교 목재종이과학과
¹Dept. of Wood and Paper Science, Chungbuk National University
- P-102 건축물의 탄소 산정 방법론 비교 연구 - 유럽사례를 중심으로
A Comparative Study of Carbon Calculation Methodologies for Buildings - Focusing on European Cases 70
김민지¹, 윤새민¹, 최용석¹, 박주생¹
Min-Ji KIM¹, Sae-Min YOON¹, Yong-Seok CHOI¹, Joo-Saeng PARK¹
¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과
¹Wood Industry Division., Forest Products and Industry Department. Institute of Forest Science
- P-103 국산목재 활용 공공건축사업의 가이드라인 및 성과평가 지표 연구
A Study on Guidelines and Performance Evaluation Indicators for Public Projects Using Domestic Timber 70
이수연¹, 김건호¹, 양지윤¹
Su Yeon LEE¹, Keonho KIM¹, Jiyeon YANG¹
¹국립산림과학원 목재산업연구과
¹Wood Industry Division, National Institute of Forest Science

E 분야 : 산업, 정책, 문화 (Wood Industry, Policy, Culture)

- P-104 공공 목조건축 확대를 위한 녹색건축인증 평가지표 개선안 제시
Proposal for Improving Green Building Certification Evaluation Criteria to Expand Public Wooden Building 71
김건호¹, 이수연¹, 양지윤¹, 김태형²
Keon-Ho KIM¹, Su-Yeon LEE¹, Jiyeon YANG¹, Tae-Hyoung KIM²
¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과, ²한국건설기술연구원 건축연구본부
¹Div. Wood Industry, Dept. Forest Products and Industry, National Institute of Forest Science
²Dept. Building Research, Korea Institute of Civil engineering and Building Technology
- P-105 임업기계장비 품질인증 운영 현황과 향후 개선 과제
Current Status and Operation of Forestry Machinery Equipment Certification System and Future Improvement Tasks 71
강찬영¹, 박경완¹, 정인호¹
Chan-Young KANG¹, Kyung-Wan PARK¹, In-Ho JUNG¹
¹한국임업진흥원
¹Korea Forestry Promotion Institute
- P-106 산지개발지 임목자원화 제도 소개
Introduction of the Timber Resource Utilization System in Forest Development Sites 72
 이수연
 Su-Yeon LEE
 한국임업진흥원
 Korea Forestry Promotion Institute
- P-107 합법목재 교역촉진제도의 운영 현황과 향후 발전 과제
Current Status and Future Challenges of Verification on Timber Legality in the Republic of Korea 72
황종민¹, 김성록¹, 한수빈¹
Jong-Min HWANG¹, Sung-Log KIM¹, Su-Bin HAN¹
¹한국임업진흥원
¹Korea Forestry Promotion Institute
- P-108 *Aglaia* 속의 해부학 및 물리적 특성 분석
Analysis of the anatomical and physical characteristics of *Aglaia* spp. 73
노재호¹, 박소연¹, 허예성¹, 김서령¹
Jae-Ho NOH¹, So-Yeon PARK¹, Ye-Seong HEO¹, Seo-Ryeong KIM¹
¹한국임업진흥원 Korea Forestry Promotion Institute

특별강연

<특강 I>

국립산림과학원 임산자원이용 분야 R&D 발자취 R&D Footprint of Forest Resource Utilization in the National Institute of Forest Science

안병준

Byoungjun AHN

(사)한국목재공학회

The Korean Society of Wood Science & Technology

국립산림과학원은 1949년 농림부 산하 중앙임업시험장으로 개원한 후 76년을 이어 온 국내 유일의 산림 분야 국가연구기관이다. 국립연구조직은 국내외 상황에 따라 외형적인 변화가 불가피하다. 국립산림과학원은 개원 초기 황폐화된 산림 복구라는 당면한 현실을 개선하기 위해 시업과/조림과/이용과/보호과의 4과 조직 체계를 구축하였다. 현재는 미래산림전략/산림재난·환경/산림생명자원/임산자원이용 연구 영역으로 나누어 운영되고 있다. 국가연구기관의 경우 국가 경제나 산업 구조와의 긴밀한 연계 하에 연구 방향이 결정될 수 밖에 없으며, 임산공학 분야의 경우, 개원 초기 먹거리, 취사·난방 등 국가가 당면한 주식(住食) 문제를 해결하기 위해 버섯 연구, 연료 연구 등이 우선적으로 추진되었다. 1950년대 전쟁 이후에는 선거와 행정 업무가 급격히 증가함에 따라 펄프·제지 기술 시대가 요구되었고, 이와 관련한 연구가 본격적으로 시도되었다. 1970년대 접어들어 합판을 중심으로 목재가공 기술 개발에 박차를 가하기 시작하였다. 전 세계적인 오일 쇼크가 밀려온 1990년대에는 재생에너지 활용에 대한 요구가 증가하면서 산림바이오매스를 이용한 바이오연료 연구가 기초단계부터 수행되었다. 2010년대에 접어들면서 『목재의 지속 가능한 이용에 관한 법률』 제정을 기반으로 목재제품에 대한 관리 기술이 요구되는 시대를 맞게 되었다. 한편 2020년대에는 국가 탄소 감축 목표 달성을 통한 탄소중립 실현을 위해 목조주택을 비롯한 목재의 적극적인 활용 연구가 추진되고 있다. 향후 과학원의 임산공학 연구는 정부 국정과제와 국가 R&D 계획에 기초한 신소재 및 산림바이오 등 산림산업 첨단화, 2030 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 화석자원 대체 기술 개발 등이 지속적으로 추진될 것으로 보인다. 아울러 목재의 가치를 극대화하기 위한 국산 목재의 순환 이용에 더욱 박차를 가할 것으로 기대된다.

<특강 II>

국민을 향한 산림경영 Forest Management for the People

박 현

Hyun PARK

서울대학교 농림생물자원학부

Dept. of Agr. & For. Bioresources, Seoul National University

2025년 4월, 대한민국의 국토녹화 성공기는 유네스코 세계기록유산으로 등재되었다. 하지만 대한민국 국민 대부분은 이 사실을 모르며 관심을 두지 않는다. 젊은 세대는 햇빛은 국토의 모습을 기억하지 못하며, 숲은 ‘자연’의 대표로써 자연스럽게 놓아두는 것이 좋다고 생각한다.

그런데 우리나라의 숲은 자연적으로 만들어진 것이 아니다. 북한을 비롯한 많은 개발도상국에서 수많은 나무를 심고 있지만 녹화에 성공하지 못하고 있으며, 우리나라도 마찬가지 상황이었다. 녹화 실패의 전철을 벗어나 국토녹화에 성공할 수 있었던 것은 ‘나무 심기’가 아닌 ‘숲 만들기’로 목표를 바꾼 품질경영의 성과이다. 특히, 심는 것에 중점을 둔 것이 아니라 가꾸기에 투자를 하면서 비로소 성공에 이를 수 있었다.

역사를 모르고 현재에 안주하면 변형된 미래를 기약할 수 없다. 피땀 어린 ‘숲 만들기’를 통해 이룩된 우리나라의 숲은 제대로 관리하면 다양한 혜택을 제공할 수 있다. 숲 경영에 대해 오해하는 일부 극단적인 환경론자는 숲 관리를 위한 활동을 거부한다. 반면, 적절한 숲 관리와 이용은 국제사회에서 기후위기 시대의 패러다임인 ‘자연 기반 해법’의 선두주자로 인정받고 있다.

국토녹화의 세계적인 모범사례로 인정받고 있는 대한민국의 산림은 이제 ‘시간 경영’을 표방하며 변모하고 있다. 전통적인 임업의 틀을 넘어 ‘산림산업’으로 확장성과 포용성을 지니고 국민을 향해 나아가고 있다. 임업인이 아니라 전 국민, 나아가 지구촌의 미래를 위한 성장동력으로 자리매김을 하는 산림경영에 큰 관심과 성원을 기대한다.

AI 시대의 이해와 활용 트렌드
Understanding and Utilizing Trends in the AI Era

곽재도

Andrew KWAKk

인공지능산업융합사업단

Artificial Intelligence Industry Cluster Agency(AICA)

누구나 AI를 활용해야만 하는 시대를 맞아 AI의 본질적 내용과 발전에 대해 이해 하고 활용 트렌드에 대해 설명한다.

1. Ai 모델에 대한 이해와 함께 Deep Learning은 무엇이고 어떠한 장점때문에 세상에 모두가 사용하게 되었는지에 대해 이해 한다.
2. 왜 AI 가 규모의 경제를 필요로 하게 되었는지? 그러한 현상에 대해 이해하고 활용 트렌드에 대해 설명한다.
3. Ai 모델의 발전에 대해 설명하고 향후 발전 방향과 그에 대한 준비에 대해 함께 생각한다.
4. Ai 융합을 위한 구체적인 방법과 MCP 기반의 agentOps의 트렌드에 설명 한다.

전시발표

A 분야

목재조직(해부), 건조, 보존

Wood Anatomy, Drying, Preservation

<전시-P-01*>

특대재 건조 중 결함 제어를 위한 실시간 데이터 및 전처리 기술 연구
A Study on Real-Time Data and Pre-Treatment Techniques for Defect Control During Large-Cross-Section Timber Drying

바트-오츠랄¹, 강민지¹, 이성현², 이창진³, 여환명^{1,2}
Bat-Uchral BATJARGAL¹, Minjee KANG¹, Seonghyun LEE², Chang-Jin LEE³, Hwanmyeong YEO^{1,2}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 산림과학부, ³전북대학교 목재응용과학과

¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University

²Department of Forest Sciences, Seoul National University

³Department of Wood Science and Technology, Jeonbuk National University

특대재는 건조 과정에서 표면 할렬 및 청변과 같은 결함이 발생하기 쉬우며, 천연 건조 시 장기간이 소요되는 문제가 있다. 본 연구는 이러한 문제점을 해결하고자 건조 중 목재 내·외부 환경의 열 및 수분 변화를 실시간으로 모니터링하고, 수집된 데이터를 기반으로 목재 내부 조건을 예측하는 시뮬레이션 프로그램을 개발하였다. 연구는 지름 45cm, 길이 3m의 소나무(*Pinus densiflora*) 원목을 대상으로 네 가지 건조 방법을 비교 분석했다. 구체적으로는 무풍 저장, 환기 건조, 다양한 표면 전처리(끝면 밀봉, 끝면 코팅, 측면 코팅) 병행, 그리고 열기 건조 방식을 적용했다. 건조 중 수분 변화는 로드셀을, 환경 및 목재 내부 조건은 CR1000X 데이터 로거를 사용하여 실시간으로 측정했다.

실험 결과, 무풍 상태에서의 건조는 심각한 결함을 유발한 반면, 환기 건조는 청변 발생을 줄였으나 할렬 현상은 지속적으로 나타났다. 표면 전처리는 건조 속도를 지연시켜 할렬 발생을 억제하는 효과는 있었지만, 완전히 방지하지는 못했다. 반면, 열기 건조는 건조 시간을 획기적으로 단축하고 결함을 최소화하여 가장 우수한 결과를 보였다.

결론적으로, 본 연구는 특대재의 건조 과정에서 열 및 수분 전달을 효과적으로 제어하는 것이 중요함을 보여준다. 또한, 실시간 모니터링과 시뮬레이션 모델링의 통합이 건조 조건을 최적화하고 목재의 품질을 향상시키는 데 매우 유용한 접근법임을 시사한다.

사사: 본 연구는 국가유산청에서 지원하는 프로그램의 일환으로, 한국문화재단의 후원을 받아 수행되었다 (과제 번호: 2023A01D01-001-1).

<전시-P-02*>

국산 곱솔 제재목의 천연건조 방법에 따른 건조 특성 비교
Comparison of Drying Characteristics of Korean Black Pine Sawn Timber Under Different Air-Drying Methods

박종익^{1,2}, 오세창¹, 박용건², 진원호², 이 민²
Jong-Ik PARK^{1,2}, Sei-Chang OH¹, Yonggun PARK², WonHo JIN², Min LEE²

¹대구대학교 산림자원학과, ²국립산림과학원 목재공학연구과

¹Department of Forest Resources, Daegu University,

²Division of Wood Engineering, National Institute of Forest Science

목재의 건조는 목적에 따라 인공건조와 천연건조를 선택적으로 적용할 수 있다. 천연건조는 막대한 에너지가 소요되는 인공건조와 달리, 자연 대기 환경을 이용하여 친환경적이고 경제적인 방식이다. 하지만 건조 기간이 길고 품질을 제어하기 어렵다는 한계로 인해 산업적으로 활용이 제한되어왔다. 그러나 연평균 기온이 상승하고 온습도 패턴이 변화하는 등 최근의 기후 변화는 천연건조의 효율성과 품질에 새로운 변수로 작용할 가능성이 크다. 이에 본 연구에서는 현재의 국내 기후 환경에서 천연건조 방식에 따른 건조 특성을 비교하여, 현대적 관점에서의 활용 가능성을 탐색하고자 한다. 실험은 세 가지 대조군(온실형 천연건조장, 일반 천연건조장, 실내 건조장)을 설정하고 12주에 걸쳐 국산 곱솔 판재의 건조 특성을 평가하였다. 건조가 진행되는 동안에는 각 조건의 시편 무게 변화를 통해 함수율 감소 추이와 건조 속도를 비교하였으며, 할렬이나 틀어짐과 같은 건조 결함의 발생 빈도와 크기를 정량적으로 측정하였다. 건조가 완료된 후에는 건조 품질의 균일성을 평가하기 위해 판재의 함수율 분포를 분석하였다. 본 연구의 결과는 변화된 기후 환경에서 천연건조 방식의 실질적인 건조 효율과 품질 관리 가능성을 평가하고, 용도에 맞는 최적의 저에너지 건조 기술을 선택하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

실시간 확산계수 보정을 통한 목재 건조 곡선 시뮬레이션 정확도 향상 Real-Time Adjustment of Diffusion Coefficient for Improved Simulation of Wood Drying Behavior

강민지^{1,2}, 바트-오츠랄², 이성현², 이창진³, 여환명^{1,2}

Minjee KANG¹, Bat-Uchral BATJARGAL¹, Seonghyun LEE¹, Chang-Jin LEE³, Hwanmyeong YEO^{1,2}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 산림과학부, ³전북대학교 목재응용과학과

¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University,

²Department of Forest Sciences, Seoul National University,

³Department of Wood Science and Technology, Jeonbuk National University

특대재 건조 과정에서는 단면 내부와 외부의 함수율 차이로 인해 내부 응력이 발생하고, 이로 인한 할렬이 주요한 품질 저하 요인으로 작용한다. 이러한 문제를 최소화하기 위해서는 건조 과정 전반에서 목재 내부 수분 이동을 정확히 예측할 수 있는 시뮬레이션이 필요하다. 그러나 기존의 목재 건조 시뮬레이션은 주로 확산 방정식 기반의 고정 확산계수를 사용하기 때문에 실제 건조 속도와의 차이가 크게 발생하는데, 실제 건조 과정에서 함수 이동 특성은 시간에 따라 변화하므로 고정된 확산계수만으로는 실험 결과를 정확히 모사하기 어렵다.

본 연구에서는 소나무(Pinus densiflora)를 대상으로 Delphi 기반 건조 시뮬레이션 코드를 수정하여 확산계수를 실시간으로 보정하는 방법을 적용하였다. 구체적으로는 각 시간 단계에서 실험적으로 측정된 평균 함수율(Act_MC)과 시뮬레이션 평균 함수율(AVG_MC)의 차이를 반영한 보정 계수(MJ)를 도입하여 확산계수를 갱신하였다. 그 결과, 보정된 모델은 시뮬레이션 건조 곡선이 실제 측정 곡선과 더 높은 일치율을 보였으며, 목재 건조 시뮬레이션의 예측 정확도를 개선할 수 있었다.

예측된 함수율 곡선을 기반으로 건조 조건을 사전에 조정함으로써 할렬 발생을 줄일 수 있는 가능성을 확인하였다. 본 연구 결과는 향후 특대재 건조 공정의 최적화 및 고품질 목재 생산을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 국가유산청에서 지원하는 프로그램의 일환으로, 한국문화재단의 후원을 받아 수행되었다(과제 번호: 2023A01D01-001-1).

제주 해녀박물관 소장 유물의 보존처리 The Analysis and Conservation Treatment of Wooden Furniture from the Jeju Haenyeo Museum in Jeju

박혜리¹, 김인애¹, 백주은¹, 박정혜², 김수철^{3,†}

Hae-Ree PARK¹, In-Ae KIM¹, Ju-Eun BAEK¹, Jung-Hae PARK², Soo-Chul KIM^{3,†}

¹한국전통문화대학교 유산기술학과, ²진성문화유산, ³한국전통문화대학교 보존과학과

¹Dept. of Heritage Science and Technology Studies, Korea National University of Heritage, ²Jinsung Cultural Heritage Conservation, ³Dept. of Conservation Science, Korea National University of Heritage

본 연구에서는 제주해녀박물관에 소장된 반닫이 3점(326, 589, 717)을 대상으로 재질적 특성과 제작 기법을 과학적으로 규명하고, 손상 양상에 따른 보존처리를 수행하였다. 반닫이는 반닫이는 제주 여성의 생활사와 긴밀히 맞닿아 있는 대표적 목가구로, 지역적 특징과 밀접히 관련되어 있으나 오염, 균열, 금속 부식, 부재 탈락 등 다양한 손상이 확인되었다.

수종분석 결과, 한반도 전역 및 제주에서 주로 나는 수종으로 식별되었다. 반닫이(326)는 멸구슬나무속으로 식별되었고, 반닫이(589)는 소나무류와 라왕속으로 나타났으며, 반닫이(717)는 느릅나무속, 소나무류로 확인되었다. 특히, 반닫이(326)의 수종인 멸구슬나무속은 한반도 남부 및 제주도 등 해안 지역에서 자라며, 제주도의 껌을 제작할 때 주로 사용된다. 이러한 점을 보았을 때 제주 지역에서 생산되는 특색 있는 수종을 활용하여 제작하였음을 살펴볼 수 있다. 지류 분석 결과, 전통적으로 사용되어 온 닥나무 및 침엽수 펄프로 이루어짐을 알 수 있었다. XRF 분석 결과, 주성분으로 철(Fe), 알루미늄(Al)이 검출되었으며, 도료 분석 결과 반닫이(717)에서 전통 재료인 옷칠이 확인되었다.

반닫이 3점은 전통 재료와 근현대 재질이 공존하고 있었다. 따라서 유물의 재질 분석 결과를 바탕으로 보존처리를 실시하였다. 건·습식 세척을 통해 고착된 이물질을 제거하고, 섬유 결실 및 찢김이 발생한 부분이 안정적으로 형태를 유지할 수 있도록 HPC를 도포하였다. 금속부는 철녹을 제거하고 예비실험을 거쳐 선정한 3%의 Paraloid B-72(in Acetone 99.0wt%)를 사용하여 안정화처리를 하였다.

연구 대상의 분석과 보존처리를 통해 제주 목가구가 제주의 자연환경과 생활양식을 반영한 형태·재질적 특징을 지니고 있음을 확인하였다. 향후 이와 같은 목가구가 제주 여성 생활사 연구와 전승목재문화 유산을 체계적으로 보존할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

청주 테크노폴리스 출토 목제 빗의 수종 분석 및 보존처리
Species Identification and Conservation Treatment of Wooden Combs Excavated from the
Cheongju Technopolis

조재연¹, 김윤지², 손병화², 서정옥^{2,3*}

Jae-Yeon CHO¹, Yun-Ji KIM², Byung-Hwa SON², Jeong-Wook SEO^{2,3*}

¹충북대학교 문화재과학협동과정, ²충북대학교 나이테연구센터, ³충북대학교 목재·종이과학과

¹Dept. of Cultural Heritage Science, Chungbuk National University, Cheongju, Republic of Korea,

²Tree-Ring Research Center, Cheongju, Republic of Korea,

³Dept. of Wood and Paper Science, Chungbuk National University, Cheongju, Republic of Korea

본 조사는 청주 테크노폴리스 일반산업단지 조성사업부지 내 토광묘에서 출토된 목제 빗의 수종을 확인하고, 취약해진 재질을 강화하여 변형을 방지하기 위한 보존처리를 실시하기 위해 수행되었다. 수종 분석 결과, 4점 모두 자작나무속(*Betula* spp.) 중 박달나무(*Betula schmidtii* Regel), 개박달나무(*Betula chinensis* Maxim.), 물박달나무(*Betula dahurica* Pall.) 중 하나로 식별되었다. 박달나무류는 전라도를 제외한 전국에서 자라며 해발 300~2,000m 사이에 분포하는 수종으로, 재질이 무겁고 치밀하며 단단하고 높은 강도를 가진다. 이러한 조직특성으로 인해 고대부터 빗 재료로 선호된 수종임을 확인하였다.

보존처리 대상 목제 빗은 모두 열레빗으로 추정되며, 빗살의 부후 정도가 심해 세척 과정에서 탈락이 되는 편들이 다수 있었다. 143호 토광묘 출토 빗을 제외한 나머지 3점은 파손된 상태로 발굴되었으나 모두 접합이 가능하였다. 수침고목재 보존처리에서 수축과 변형이 가장 적은 것으로 알려진 PEG 수용액 전처리 후 진공동결건조하는 방법을 적용하였다.

토사 및 이물질 세척 후 PEG #4000 40% 농도까지 함침을 하였으며, 함침 처리 결과 169호와 193호 토광묘 출토 빗을 제외한 2점은 중량변화율이 약 2% 증가하였다. 이는 박달나무의 치밀한 세포구조와 높은 밀도로 인해 PEG 침투가 제한된 것으로 판단된다. 진공동결건조 완료 후 목재유물은 일반적인 40~50%의 중량감소량과 유사한 값을 나타냈으나, 193호 토광묘 출토 빗은 약 20%의 중량변화율을 보였다. 보존처리 과정에서 수축, 변형, 손상, PEG 용출 등의 이상 현상이 발생하지 않았으며, 목재 고유의 색이 잘 유지되어 성공적인 보존처리가 이뤄졌다.

영덕 장육사 대웅전 주요 목부재의 수종 및 연륜연대 분석
Species Identification and Dating of Main Wooden Members from the Daeungjeon in
Jangyuksa, Yeongdeok

이미림¹, 손병화², 이주석², 김예진¹, 서정옥^{2,3}

Mi-rim LEE¹, Byung-hwa SON², Ju-Seok LEE², Ye-jin KIM¹, Jeong-Wook SEO^{2,3}

¹충북대학교 문화재과학협동과정, ²충북대학교 나이테연구센터, ³충북대학교 목재·종이과학과

¹Dept. of Cultural Heritage Science, Chungbuk National University, ²Tree-Ring Research Center, Chungbuk National University, ³Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University

경상북도 유형문화유산으로 지정된 영덕 장육사 대웅전은 조계종 제11교구 불국사의 말사로 역사적 가치가 높은 고건축물이다. 본 연구에서는 장육사 대웅전의 기둥, 대보, 문선, 창방 등 주요 목부재 21점을 대상으로, 목재 수종분석과 연륜폭연대기 및 방사성탄소 연대분석을 함께 실시하였다.

수종 동정은 목재 삼단면 프레파라트 제작 후 광학현미경 관찰을 통해 진행하였다. 수종분석 결과, 기둥·문선·창방 19점은 소나무속(*Pinus* spp., Hard pine)으로 식별되었다. 소나무속의 경우, 횡단면에서 수직 세포간구, 접선단면에서 방추형 방사조직, 방사단면에서는 창상형 교분야벽공 및 방사가도관 내강의 거치상비후 등의 해부학적 특징을 근거로 판별하였다. 대보 2점은 전나무속(*Abies* spp.)으로, 전나무속의 대표적인 특징인 삼나무형 교분야벽공(방사단면)과 방사유세포에 있는 프리즘형 결정으로 수종을 식별하였다.

연륜연대는 코어채취→표면연마→연륜폭측정 순으로 진행하였으며, 충북대학교 나이테연구센터 소장 대표연륜폭연대기와의 크로스데이팅으로 절대연대를 결정하였다. 수피가 확인된 기둥은 최외각 연륜에 1693년의 절대연도가 부여되었으며, 창방은 1800년을 전후하여 수리·교체되었음을 확인하였다. 또한, 연륜폭연대기로는 연대 부여가 불가능한 대보와 문선의 경우, wiggle-matching을 활용한 방사성탄소 연대 측정법을 적용하였다. Wiggle-matching 결과 16~17세기에 별채된 것임을 확인하였다.

본 연구를 통해 장육사 대웅전 건축에 사용된 목부재의 재료적 특성과 역사적 시기 규명에 필요한 중요한 기초 자료를 마련할 수 있었다.

* 이 연구는 2025년도 경상북도 영덕군의 지원을 받아 수행된 용역과제의 결과입니다.

치목된 소나무(*Pinus densiflora*) 부재의 벌채 연도 추정을 위한 통계 모델
Statistical Model for Estimating the Cutting year of Hewn Korean Pine Timber (*Pinus densiflora*)

이주석¹, 손병화¹, 서정욱^{1,2}

Ju-Seok LEE¹, Byung-Hwa SON¹, Jeong-Wook SEO²

¹충북대학교 나이트연구센터, ²충북대학교 목재종이과학과

¹Tree-ring Research Center, Chungbuk National University,

²Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University

목재로 제작된 건축문화유산의 연대를 분석하는 것은 그 역사적 가치를 평가하는데 매우 중요하다. 연륜연대법은 연륜이 형성된 정확한 연도를 분석하여 목재의 벌채 연도를 파악하여 목조 건축문화유산의 건축 시기를 추정 가능하게 한다. 벌채 연도는 수피 바로 아래에 있는 수목이 벌채되기 직전 마지막으로 형성된 최외각 연륜으로 알 수 있다. 그러나 목조 건축문화유산에 사용된 목부재는 대부분 건물에 적합한 크기나 형태로 만들기 위해 최외각 연륜이 치목으로 제거되기 때문에 정확한 벌채 연도 파악이 어렵다. 본 연구는 국내 목조 건축문화유산에서 가장 많이 사용된 소나무(*Pinus densiflora*)를 대상으로, 심재에 남아 있는 연륜 수를 이용하여 치목으로 제거된 연륜 수를 추정하는 모델을 개발하기 위해 수행되었다.

연구를 위해 총 504개의 소나무 생장편이 사용되었다. 이 중 489개는 소나무 수종 및 유전자 분포도를 참고하여 선정된 전국 각지(서울, 강원, 경상, 전라, 충청, 제주 등)에서 채취되었다. 나머지 15개는 나이트연구센터 소장 시료 중, 수(pith)와 수피(bark)가 온전하고 심재와 변재의 구분이 명확한 표본에서 선발하였다. 생장편에 수가 없는 경우에는 투명 필름에 1cm 반경 간격으로 원을 그려 수의 위치를 추정하고, 최내각 연륜의 폭을 고려하여 최내각 연륜과 추정된 수 위치 사이의 연륜 수를 계산하였다.

데이터 분석 결과, 수령이 증가할수록 심재 연륜 수는 전체 연륜 수와 비례하여 꾸준히 증가한 반면, 변재 연륜 수는 특정 연령 이상부터는 증가세가 둔화되는 경향이 확인되었다. 모델의 설명력과 간결성을 종합적으로 고려했을 때, 2차 다항식 모델이 심재 연륜 수와 전체 연륜 수의 관계를 가장 효과적으로 설명하는 것으로 분석되었다. 개발된 회귀 모델에 따르면 심재 연륜수를 바탕으로 추정된 전체 연륜 수는 다음의 식으로 계산할 수 있다. 「 $29.299 + 1.554 \times (\text{심재 연륜 수}) - 0.002 \times (\text{심재 연륜 수})^2$ 」. 이 회귀모델의 R^2 은 약 91.9%($R^2_{\text{adj}} = 91.8\%$)이며, 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다($F=1261.936$, $p<0.001$). 본 연구를 통해 개발된 모델은 치목으로 제거된 연륜 정보를 과학적으로 복원하여, 목조 건축문화유산의 연대 측정 정확도를 높이는 데 크게 기여할 것으로 기대된다.

안정산소동위원소비($\delta^{18}\text{O}$) 연대기를 활용한 무주 안국사 천불전 기둥 연대 분석
Stable Oxygen Isotope ($\delta^{18}\text{O}$) Dating for Wooden Pillar from the Cheonbuljeon Hall in Anguksa Temple, Muju

김윤지¹, 정현민², 서정욱^{1,3}

Yun-Ji KIM¹, Hyun-Min JEONG², Jeong-Wook SEO^{1,3}

¹충북대학교 나이트연구센터, ²전통건축수리기술진흥재단, ³충북대학교 목재·종이과학과

¹Tree-ring Research Center, Chungbuk National University, ²Korea Foundation for the Traditional Architecture and technology ³Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University

연륜폭연대기를 이용해 연대분석에 성공하는 비율은 약 70%로 알려져 있다. 우리나라의 경우 약 900년의 소나무 연륜폭연대기가 구축되어 있으나, 수종과 지역의 한계로 특정 지역의 성공률이 낮은 편이다. 반면, 안정산소동위원소비(이하, 산소동위원소)를 이용한 연대분석은 수목 생장기에 반영된 수분 및 기후 신호가 강하게 영향을 미쳐 수종과 지역에 대한 제약이 상대적으로 적고 연륜폭연대기에 비해 절대연대 부여에 유리하다고 알려져 있다. 이에 무주 안국사 천불전의 기둥 시료를 대상으로 연륜폭연대기와 산소동위원소연륜폭연대기(이하, 산소동위원소연대기)를 각각 적용하여 연대분석을 수행하고 그 결과를 비교하였다.

분석 대상은 '전통건축수리기술진흥재단'에서 선정한 무주 안국사 천불전 기둥(하층 13) 시료 1점이다. 기록에 따르면 천불전은 본래 적성산 사고 건물로 사용되었으나, 1910년 사고의 기능을 상실한 뒤 안국사 건물이 되었다. 안국사 건물이 된 이후의 이력이 명확하지 않아, 현재 천불전 건물 부재의 이력 조사는 매우 중요하다.

연륜폭연대기를 이용한 연대분석을 위해 52년간의 무주 안국사 천불전 기둥(하층 13) 연륜폭연대기를 작성한 후, 충북대학교 나이트연구센터가 보유한 장기간의 대표연륜폭연대기와 패턴 비교를 하였으나 일치도가 낮아 절대연대 부여에 실패하였다. 반면, 동일 시료를 대상으로 산소동위원소연대기를 만들어 '한국표준산소동위원소연대기'와 크로스테이팅 결과, t -value 5.6, G value 69% ($p<0.01$)로 확인되어, 최외각 연륜에 1891년의 절대연대를 성공적으로 부여할 수 있었다. 따라서 무주 안국사 천불전 기둥(하층 13) 부재는 1891년 이후 벌채되었음을 확인하였다.

본 연구를 통해 산소동위원소연대기가 기존 연륜폭연대기에 비해 절대연대 부여 성공률이 높음을 입증하였다.

남해읍성 출토 목재의 수종 분석 및 방사성탄소연대 분석
Wood Species Identification and Radiocarbon Dating Analysis of Wood Excavated from
Namhae-Eupseong Fortress

권욱¹, 박창현², 부재혁³, 김수철^{3,†}

Wook KWON¹, Chang Hyun PARK², Jae-Hyuck BU³, Soo-Chul KIM^{3,†}

¹한국전통문화대학교 유산기술학과, ²국립해양유산연구소, ³한국전통문화대학교 보존과학과

¹Dept. of Heritage Science and Technology Studies, Korea National University of Heritage

²National Research Institute of Maritime Cultural Heritage

³Dept. of Conservation Science, Korea National University of Heritage

남해읍성은 조선 세종 21(1439년), 남해읍 일원에 축조된 성으로 주변 토양 조사 과정에서 읍성의 해자 유구 및 초기 철기시대의 유구가 확인되었으며 이 과정에서 목책과 목탄이 출토되었다. 이번 연구에서는 출토 목책 및 목탄의 수종을 분석하고, 목탄을 대상으로 방사성탄소연대 분석을 실시하였다.

남해읍성에서 출토된 목책 10점 및 목탄 3점을 대상으로 수종을 확인하고자 광학현미경 관찰 후 주사전자현미경을 사용하였다. 목책 10점은 소나무류로 식별되었으며, 목탄 3점은 상수리나무류로 확인되었다. 소나무류는 우리나라 전역에서 자생하는 대표적인 나무로 한반도 내에서 고대부터 사용되어 온 목재이며, 상수리나무류 또한 평안남도를 제외한 한반도 전역에 자생하고 있고, 물리적 강도가 비교적 높아 과거부터 주로 이용된 목재이다.

남해읍성 출토 목탄은 연륜 수가 30개 이하로 연륜연대 분석을 적용하기 어려우므로 방사성탄소연대 분석을 진행하였다. 목탄 3점 중 2점을 선정하여 분석한 결과, SH1H 01의 최외각연륜의 연대는 B.C. 790-720과 B.C. 710-540, SH3H 02는 B.C. 779-509와 B.C. 499-479로 확인되었으며, 두 시료의 공통연대는 B.C. 779-720과 B.C. 710-540이다.

본 연구에서는 남해읍성에서 출토된 목책 및 목탄에 대해 수종 분석 및 방사성탄소연대 분석을 실시하여 수종 및 매장 시기를 파악하였다. 연구 결과가 향후 한반도 출토 목재 문화유산 연구의 기초 자료로서 활용되기를 기대한다.

AI 기반 X-ray 영상 분석을 통한 소나무 제재목 휨강도 예측 가능성 평가
Applicability of AI-based X-ray Image Analysis to Predict Bending Strength
of Pine Timber

이해균¹, 안경선¹, 김민정¹, 이광률¹, 황혜선¹, 오정권^{1,2}

Hae-Gyu LEE¹, Kyung-Sun AHN¹, Min-Jeong KIM¹, Gwang-Ryul LEE¹,

Hae-Seon HWANG¹, Jung-Kwon OH^{1,2}

¹서울대학교 농업생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원

¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University

²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

구조용 목재의 기계적 성능을 비파괴적으로 평가하는 것은 목재 산업의 신뢰성과 효율성을 좌우하는 핵심 과제이다. 본 연구는 X-ray 영상에 내재된 목재의 내부 결함 및 밀도 분포와 휨강도(MOR) 간의 복합적인 관계를 해석하기 위해, 딥러닝 아키텍처의 구조적 융합을 시도하였다. 이전 연구에서 가능성을 보인 CNN과 Vision Transformer의 개별 접근법을 넘어, 본 연구에서는 국소적 특징 추출에 능한 CNN과 전역적 맥락 파악에 강점이 있는 Transformer를 결합한 하이브리드 모델(CoAtNet)을 도입하였다. 국내산 소나무(Pinus densiflora) 제재목 211개의 X-ray 영상과 ASTM D198 기준의 4점 굽힘시험으로 측정된 실측 휨강도 데이터를 활용하였으며, 모델의 일반화 성능 검증을 위해 5-겹 교차검증을 적용하였다. 실험 결과, CoAtNet 모델은 평균 결정계수(R^2) 0.64 평균 제곱근 오차(RMSE) 6.14를 기록하였다. 이는 기존의 단일 모델 구조(CNN $R^2=0.53$, ViT $R^2=0.60$) 대비 예측의 일관성과 정확도가 유의미하게 향상되었음을 실증한다. 본 연구는 비파괴 검사 데이터를 딥러닝 모델 분석을 통해 제재목의 휨강도 예측에 대한 가능성을 평가하였으며, 이는 향후 비파괴 검사 기반의 자동화된 목재 등급 판정 시스템 개발에 중요한 기술적 토대를 제공할 수 있을 것이다.

유동층 기류건조기를 이용한 중밀도 섬유판(MDF)용 목분의 건조 양상 및 열 효율 연구
A Study of the Drying Characteristics and Thermal Efficiency of Wood Fibers for Medium Density Fiberboard(MDF) using a Fluidized Bed Dryer

이성현¹, 바트-오츠랄², 강민지², 광효원^{1,2,3}, 한희^{1,2,3}, 이요한^{1,2,3}, 김재원⁴, 이경훈⁴, 여환명^{1,2,3}
Seong-Hyun LEE¹, Bat-Uchral BATJARGAL², Minjee KANG², Hyo Won KWAK^{1,2,3}, Hee HAN^{1,2,3},
Yohan LEE^{1,2,3}, Jaewon KIM⁴, Kyunghoon LEE⁴, Hwanmyeong YEO^{1,2,3}

¹서울대학교 산림과학부 ²서울대학교 농림생물자원학부 ³서울대학교 농업생명과학연구원.

⁴(주)유니드비티플러스

¹Dept of Forest Sciences, Seoul National University. ²Dept of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University. ³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University. ⁴UNID btplus Co., Ltd.

지속 가능한 친환경 소재로 목분의 활용이 증가하면서, 목분이 가진 높은 초기 함수율을 효율적으로 제거할 수 있는 건조 공정 기술이 중요해지고 있다. 본 연구는 더욱 친환경적이고 효율적인 건조 전략을 수립하기 위하여, 유동층 기류건조기를 이용한 목분 건조 시의 함수율 변화 양상과 에너지 효율을 분석하였다. 중밀도 섬유판(MDF) 제조용 목분(초기 함수율 150%)을 80°C부터 150°C까지, 5가지 온도 조건에서 건조 실험을 수행하였다. 시간에 따른 함수율 변화, 실제 소비 전력 기반의 에너지 효율, 그리고 시뮬레이션 결과를 종합하여 분석하였다. 실험 결과, 목분의 함수율은 건조 시작 후 0.5분 이내에 급격히 감소했으며, 이후 건조 속도가 현저히 느려지며 각 온도 조건별로 일정한 값으로 수렴하는 경향을 보였다. 에너지 효율은 공정 시간에 거의 절대적으로 의존했으며, 시간에 반비례하여 감소하였다. 본 연구의 결과는 목분 기반 제품의 산업적 건조 공정을 보다 지속 가능하고 경제적으로 설계하기 위한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

국산 목재의 열기건조 및 고주파건조 특성 비교
Comparison of Kiln Drying and Radio-Frequency Drying Characteristics of Domestic Wood

박용건¹, 진원호¹, 박종익^{1,2}

Yonggun PARK¹, Wonho JIN¹, Jong-Ik PARK^{1,2}

¹국립산림과학원 목재공학연구과, ²대구대학교 산림자원학과

¹Division of Wood Engineering, National Institute of Forest Science (NIFoS),

²Department of Forest Resources, Daegu University

산림에서 수확한 직후의 목재는 다량의 수분을 함유하고 있기 때문에 안정적인 이용을 위해서는 적절한 건조 공정이 선행되어야 한다. 그러나 건조 과정에서 표면과 내부의 수분 경사로 인해 활렬이나 뒤틀림과 같은 결함이 발생할 수 있으므로, 이를 예방하기 위해서는 신중한 처리 공정이 요구된다. 특히, 수종에 따라 세포 구성과 배열이 달라 적합한 건조 방법과 조건을 달리 적용해야 한다. 이러한 어려움을 극복하기 위해 다양한 건조 기술이 개발되어 왔으며, 대표적인 방법으로 열기건조와 진공-고주파 건조를 들 수 있다.

열기건조는 온도·습도·풍속을 조절한 공기를 건조실 내부로 순환시켜 목재를 건조하는 방식으로, 미국 산림청 산하 임산물연구소에서 다양한 수종에 대한 건조 스케줄을 개발·보급하여 현재 가장 널리 활용되고 있다. 우리나라에서도 주요 수종에 대한 건조 스케줄이 개발·보급되고 있으나, 실제 적용 사례와 데이터 부족으로 상업적 활용에는 한계가 있다. 한편, 고주파 건조는 전극판 사이에 목재를 적재하고 전계에 교류 전류를 인가하여 목재 내부 수분을 가열·증발시키는 방법으로, 진공 상태를 병합한 진공-고주파 건조 방식이 상업적으로 이용되고 있다.

본 연구에서는 대표적인 국산 침엽수와 활엽수인 낙엽송과 신갈나무를 대상으로 열기건조와 진공-고주파 건조를 적용하였다. 그리고 건조시간 및 속도, 건조 소요에너지 등의 특성을 평가하여 건조 유형과 수종별 차이를 비교·분석하였다.

자연 노출 조건에서 주입식 재색 안정화제 처리 목재의 색안정성 평가
Evaluation of Color Stability of Wood Treated with an Impregnated Discoloration Stabilizer
under Natural Exposure Conditions

박하림¹, 김태석¹, 주성빈¹, 윤선미², 강석구^{1*}

Halim PARK¹, Tae-suk KIM¹, Seong-been JU¹, Seonmee YOON², Seoggoo KANG^{1*}

¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소

¹Dept of Bio-Based Materials, Chungnam National University, ²The Korean Woodism-city Project Research Center

목재는 외부 환경에 장기간 노출될 경우 자외선, 수분, 온도 변화 등에 의해 표면이 손상되고 거칠어지며, 색상 변화와 같은 기상열화 현상이 발생하게 된다. 본 연구에서는 침엽수 수종인 소나무, 라디에타 파인, Southern Yellow Pine(SYP)을 대상으로, 붕소화합물계 방부제(BB)와 페놀계 성분을 기반으로 합성한 재색 안정화제를 목재에 주입 처리한 후, 자연 노출 조건에서의 색안정성을 평가하였다. 목재 시편은 대전광역시 유성구에 위치한 충남대학교 농업생명과학대학 옥상(대전 유성구 대학로 36°22'13"N 및 127°21'08"E)에서 수평면 기준 45°의 각도로 10개월간 옥외 폭로되었으며, 매주 색차계를 이용해 CIELAB 색 공간(L^* , a^* , b^*)에 따른 색상 변화를 측정하고, KS A 0063 기준에 따라 색차값(ΔE)을 산출하였다. 분석 결과, 무처리 시편의 ΔE 값은 각 22.2, 25.8, 27.6으로 나타났으나 재색 안정화제 처리 시편은 11.7, 11.1, 13.9로 약 45~57%의 색차 감소율을 보였다. 특히 무처리 시편에서 L^* 값과 b^* 값이 크게 감소하여 표면 밝기와 황색도가 저하되며, 청색도의 증가로 회변이 뚜렷하게 관찰되었다. 반면 처리 시편에서는 $L^*a^*b^*$ 값의 변화폭이 작아 색좌표의 안정성이 유지되었고, 재색변화도 억제되었다. 결론적으로 본 연구에서 사용된 안정화제는 재색 안정성 확보에 효과적인 처리 기술로서 건축 외장재의 확대 적용 가능성을 보여주었다.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업'(FTIS 2400000097, RS-2023-KF002466)'의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

목재의 내구성 향상을 위한 실란화 처리 기술 개발 및 최적화
Silanization Treatment for Enhanced Wood Durability: Development and Optimization

권선률¹, 강태원², 정재희¹, 권규빈¹, 최용석³, 박상희², 황원중¹

Sun Lul KWON¹, Taewon Kang², Jae-Hee JUNG¹, Gyubin KWON¹, Yong-Seok CHOI²,

Sang-Hee PARK², Won-Joung HWANG¹,

¹국립산림과학원 목재공학연구과, ²창원대학교 스마트그린공학부, ³국립산림과학원 목재산업연구과

¹Wood Engineering Division, NIFoS, ²Changwon National University, ³Wood Industry Division, NIFoS

목재는 우수한 물리적·미적 특성으로 인해 목조건축을 비롯한 다양한 생활 영역에서 활용되는 중요한 천연 소재이다. 그러나 목재는 습도 변화에 민감하게 반응하여 치수 안정성이 저하되고, 부후균 및 흰개미에 의한 생물학적 열화에 쉽게 노출되는 한계가 있다. 이러한 취약성을 극복하기 위해 다양한 개질 기술이 개발되어 왔으나, 여전히 개선의 여지가 존재한다. 본 연구에서는 목재의 내수성 강화를 목표로 실란화 처리 기술을 개발하였다. 실란화란 실란 커플링제의 알콕시기(-OR)와 목재 세포벽 내 하이드록실기(-OH)의 반응을 통해 Si-O-C 및 Si-O-Si 결합을 형성하여 소수성을 부여하는 원리에 기반한다. 이를 위해 후보 실란 화합물 8종을 선별하였으며, 실험실 규모에서 실란화 처리 농도(5-100%), 전처리 조건(동결 건조, 오븐 건조), 처리 방법(가압, 진공), 그리고 pH에 따른 처리도, 내수성, 그리고 내구성(내후성, 내의성)을 평가하였다. 내수성 평가는 흡습성 및 물방울 접촉각 조사 방법을 이용하였다. 또한 SEM-EDS 분석을 통해 처리 목재 내 실란 화합물의 분포와 결합 특성을 규명하였다. 실란화 처리 농도에 따라 10-50% 범위에서 높은 물방울 접촉각이 확인되었으며, 전처리 방법에 따른 내수성 향상 효과에는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 pH 조건에 따라 내수성과 처리도는 뚜렷한 개선이 관찰되었다. 수종별 및 변재·심재별 특성 평가에서는 심재와 같이 난주입성 목재에서도 우수한 내수성 향상이 확인되어, 향후 난주입성 수종에 대한 적용이 가능할 것으로 판단된다. 더 나아가 흰개미 및 부후균에 대한 내구성 평가에서도 우수한 결과가 나타나, 기존 방부처리 목재를 대체할 잠재력이 확인되었다. 실제 적용을 위한 사용환경 범주 설정과 장기적 성능 검증을 위한 추가 연구를 수행 중이다.

경주지역 산소동위원소연륜연대기를 이용한 기후 복원 가능성 조사
Investigating the Possibility of Climate Restoration using Tree-Ring $\delta^{18}\text{O}$ Chronology
in the Gyeongju Region

박준희¹, 최은비², 남태광³, 서정욱^{1*}

Jun-Hui PARK¹, En-Bi CHOI², Tae-Gwang NAM, Jeong-Wook SEO^{1*}

¹충북대학교 목재·종이과학과, ²나고야대학교 우주지구환경연구소, ³국립문화유산연구원 경주문화유산연구소

¹Dept. of Wood and Paper Science, Chungbuk University, ²Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, ³Gyeongju National Research Institute of Cultural Heritage

고대 사회의 생활상과 문화발전, 그리고 사회변동을 이해하기 위해서는 당시 기후환경에 대한 이해가 필수적이다. 산소동위원소를 이용해 목재유물(木製遺物)의 연대부여가 가능함은 국내외 선행연구들을 통해 여러 차례 확인되었다. 더불어 산소동위원소비(^{18}O 와 ^{16}O 의 비율)의 패턴(산소동위원소연륜연대기)을 이용할 경우 연륜폭을 이용한 전통 방식보다 성공률이 높고, 수종 구분 없이 활용 가능하다는 점에서 장기간의 연륜연대기 작성에 활용성이 높다고 평가된다. 본 연구는 경주국립공원 동대봉산 참나무류 산소동위원소 연륜연대기를 작성하고, 기후 복원이 가능한 인자를 확인하고자 수행되었다.

동대봉산 참나무류 4본으로부터 59년(1965-2023) 길이의 산소동위원소연륜연대기가 성공적으로 작성되었다. 기후 요소와의 상관관계 분석 결과 3-5월 기온과 양의 상관 및 9월 기온과 음의 상관이 나타났으며, 6월 강수량과 음의 상관 및 6-8월 SPEI(Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index)와 음의 상관이 나타났다. 복원 가능한 기후 이벤트를 확인하기 위해 유의한 상관값($p < 0.05$)이 나타난 기후 요소와 패턴 일치도를 살펴본 결과, SPEI와 가장 높은 패턴일치도(70.7%)를 나타냈다. 따라서 동대봉산 참나무류 산소동위원소연륜연대기는 6-8월의 가뭄지수를 복원하는데 중요한 자료임이 확인되었다.

※사사(謝辭): 본 연구는 국립문화유산연구원 경주문화유산연구소의 지원을 받아 수행된 “신라 궁성체계 변천연구(NRICH-2505-B04F-1)” 과제의 연구 결과임

해석가능한 인공지능(XAI)을 이용한 참나무속 수종 수피의 수종 분류인자 추출
Extraction of Species Classification Indicators of Oak Bark Using Explainable AI (XAI)

김종호^{1,2}, 이우영², 한민혁²

Jong-Ho KIM^{1,2}, Woo-Young LEE², Min-Hyeok HAN²

¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 목재과학전공

¹Dept of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University,

²Dept. of Forest Materials Engineering, Kangwon National University

수피의 특성을 기반으로 참나무속 수종 간 분류 가능성을 검증하기 위해, 해석가능한 인공지능(XAI) 기법인 Grad-CAM을 적용하여 갈참나무, 굴참나무, 떡갈나무, 상수리나무, 신갈나무, 졸참나무 등 국산 6개 참나무속 수종과 수버참나무를 포함한 총 7개 수종 수피의 해부학적 분류 인자를 분석하였다.

분석 결과, 수버참나무를 제외한 6개 수종의 수피 조직에서 후벽세포(sclereids)가 관찰되었으며, 그 형태와 분포 빈도가 수종별로 상이하게 나타나 참나무속 수종 간 주요 분류 지표로 확인되었다. 보다 신뢰성 있는 평가를 위하여 단위 면적당 후벽세포의 개수와 면적 등 정량적 특성을 비교한 결과, 단위 면적(9.4 mm^2)당 후벽세포의 개수는 상수리나무 > 떡갈나무 $\geq$ 신갈나무 $\geq$ 갈참나무 $\approx$ 굴참나무 > 졸참나무의 순으로 나타났다. 평균 면적은 굴참나무 $\geq$ 갈참나무 $\geq$ 신갈나무 > 떡갈나무 $\approx$ 상수리나무 $\approx$ 졸참나무 순으로 측정되었다.

이러한 결과를 종합하면, 수피 내 후벽세포의 정성적·정량적 분석을 통해 기존 목부의 해부학적 방법으로는 분류가 어려웠던 참나무속 수종을 수종 단위까지 구분할 수 있다는 가능성이 확인하였다.

사사: 본 연구성과는 2025년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비의 지원과 2024년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. RS-2024-00452306)

B 분야

목재물리, 역학, 목구조

Wood Physics, Mechanics, Construction

간접법에 의한 응력과 비파괴시험의 적용 가능성 분석
- 밀도와 압축강도 분석을 중심으로 -

Analysis of the Applicability of Stress Wave Non-Destructive Testing by Indirect Method
- Focusing on Density and Compressive Strength -

박민순¹, 김민지¹, 한형준¹, 심국보¹

Min-Soon PARK¹, Min-Ji KIM¹, Hyeong-Jun HAN¹, Kug-Bo SHIM¹

¹충북대학교 목재·종이과학과

¹Dept. of Wood & Paper Science, Chungbuk National University

건축문화유산은 그 시대의 문화, 건축 기법, 재료 등 중요한 역사적 가치를 담고 있으며 이를 보존하는 것은 현대에서 중요한 사명으로 여겨지고 있다. 이와 관련하여 1954년 헤이그협약, 1972년 유네스코 세계유산 협약과 더불어 최근 2017 국제 기념물 유적협의회 등에서 문화유산 보존의 중요성이 논의되고 있다. 건축문화유산은 석조, 목조 등 주요 구조재를 구성하는 재료에 따라 분류가 되며 우리나라의 목조건축유산은 국보 22건, 보물 120건, 중요민속자료 143건, 사적 40건이 지정되어 있다.

목조건축유산은 보, 도리, 기둥과 같은 주요 구조재가 목재로 건축된 궁궐, 사찰, 서원 등이 있다. 건축문화유산의 보존에 있어 중요한 점은 건축물이 담고 있는 역사적 가치와 더불어 구조적 안정성이 확보되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 목조문화유산의 수리, 보수를 위한 방안 구축의 일환으로 비파괴 검사 중 간접법에 의한 응력과 검사의 적용 가능성을 평가하기 위해 실시하였다.

대상부재는 종묘 정전 서월랑, 해남 서동사 대웅전, 진주성 북장대에서 교체 대상으로 분류된 기둥 4개, 도리 2개 구조재를 대상으로 하였다. 부재는 간접법 응력과 비파괴 검사에서 탐촉자 간 거리를 30 cm로 설정하여 측정하였으며, 문턱값 2,000 m/s 이하로 확인된 부위는 부후 또는 할렬이 존재하는 것으로 평가하였다. 부후 또는 할렬이 발생한 것으로 판단되는 부위에 대해 KS F 2206(목재의 압축 시험 방법)에 준하여 밀도와 압축강도를 측정하였다. 간접법에 의한 응력과 전달속도와 밀도, 압축강도의 상관관계를 분석하여 비파괴 평가의 적용 가능성을 확인하고자 하였다. 목조건축문화유산 보존 및 수리 과정에서 구조적 안전성 진단 기법으로 간접법에 의한 응력과 비파괴 시험의 활용 가능성을 검토하였다.

Glued-in Rod 접합부를 활용한 국산 낙엽송 기둥-보 접합부의 모멘트 성능 평가
Evaluation of the Moment Performance of Beam-Column Connection Using
Glued-in Rods in Korea Larch

김민정¹, 안경선¹, 이광률¹, 황혜선¹, 오정권^{1,2}

Min-Jeong KIM¹, Kyung-Sun AHN¹, Gwang-Ryul LEE¹, Hae-Seon HWANG¹, Jung-Kwon OH^{1,2}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원

¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University, Republic of Korea,

²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Republic of Korea

목조건축물의 구조 안전성과 내진 성능 확보를 위해서는 기둥-보 접합부의 모멘트 성능이 핵심적인 역할을 담당한다. 특히 지진하중과 같은 횡력에 대한 저항성은 접합부의 모멘트 저항 능력에 의해 좌우되므로, 정확한 성능 평가를 통한 설계 신뢰성 확보가 필수적이다. 최근 우수한 강성과 강도를 가진 Glued-in Rod(GIR) 접합부가 주목받고 있으나, GIR가 전단력과 모멘트를 동시에 저항할 때 발생하는 성능 저하 문제를 해결하기 위해 Slotted-in Plate(SIP)와 GIR을 조합한 하이브리드 접합부가 개발되었다. 본 연구는 이러한 개발된 모멘트 접합부를 활용한 새로운 기둥-보 접합부 시스템을 설계하고, 국산 낙엽송을 적용한 기둥-보 접합부의 모멘트 성능을 평가하는 것을 목적으로 한다.

기둥-보 모멘트 접합부 시스템에서 부재별 하중 특성을 고려하여 차별화된 접합부 설계를 수행하였다. 상대적으로 강한 전단력이 작용하는 보 부재에는 GIR과 SIP를 조합한 하이브리드 모멘트 접합부(Type A)를 적용하고, 기둥 부재에는 기존 GIR 접합부(Type B)를 적용하였다. 두 접합부를 연결하기 위해 Panel zone을 도입하여 복합형 기둥-보 접합부(A+B)를 설계하였다. 실험 재료로는 KS F 3021에 따른 10S-30B 등급 구조용 집성재를 사용하였으며, 보와 기둥의 단면 치수는 각각 210×600mm, 210×420mm로 설정하였다. T자형 접합부 실험 형태를 채택하고, KBC 2016 0722.2.4에 따라 변위각 0.04 rad까지 반복가력하는 실험을 2세트 수행하였다.

기둥-보 접합부 실험 결과, 최대 모멘트는 327.48 kN·m, 항복 모멘트는 243.43 kN·m, 극한 모멘트는 296.84 kN·m로 나타났으며, 최대 변위각은 0.02 rad를 기록하였다. 초기 회전강성은 39,897.36 kN·m/rad으로 측정되었으며, 회전강성비가 9.87로 산정되어 반강접 접합부로 분류됨을 확인하였다. 본 연구를 통해 개발된 하이브리드 접합부 시스템은 기존 단일 접합부 대비 우수한 모멘트 성능을 확보하였으며, 국산 낙엽송을 활용한 중층 목조 건축물의 구조 성능 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

목재 Mode II 파괴조건에서의 임계 변형 에너지 방출률과 파괴에너지의 비교
Comparison of Critical Strain Energy Release Rate and Fracture Energy for Timber Mode II Failure

이광률¹, 안경선¹, 김민정¹, 황혜선¹, 이해규¹, 오정권¹
Gwang-Ryul LEE¹, Kyung-Sun AHN¹, Min-Jeong KIM¹, Hae-Seon HWANG¹,
Hae-Gyu LEE¹, Jung-Kwon OH¹

¹서울대학교 농림생물자원학부

¹Dept of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University

본 연구는 목재의 Mode II 파괴조건에서 선형탄성파괴역학(LEFM) 기반의 임계 변형 에너지 방출률(G_c)과 비선형파괴역학(NLFM) 기반의 파괴에너지(G_f) 간의 등가성을 비교 검증하였다. Fracture Process Zone(FPZ) 효과를 적절히 고려할 때 두 파괴역학적 물성이 동일한 값을 나타내는지 실험적으로 규명하고자 하였다. Mode II G_f 는 낙엽송 30개 시편을 이용한 단일전단시험(Single lap shear test)으로 측정하였으며, 평균 G_f 는 1.48 N/mm로 측정되었다. Mode II G_c 는 컴플라이언스기반 방법(CBBM)을 활용하였다. CBBM 방법으로 측정한 평균 G_c 는 1.37 N/mm였다.

t-검정과 Kolmogorov-Smirnov 검정을 통한 통계분석 결과, G_c 와 G_f 값 사이에 유의한 차이가 없음을 확인하였다(p-value > 0.05). 두 값의 평균 차이는 7.3%에 불과하였다. 이는 섬유 브리징(fiber bridging)과 미세균열 등의 FPZ 효과가 적절히 고려될 때, LEFM 기반 G_c 가 목재의 Mode II 파괴에너지를 합리적으로 근사할 수 있음을 보여준다. 본 연구는 목재 전단 접합부, Glued-in rod 접합부, 적층재 인터페이스 등 전단이 지배적인 부재 및 접합부의 강도 평가에 있어 파괴역학의 적용가능성을 확대시킬 수 있을 것으로 기대된다.

화재에 노출된 목구조 건축물 기둥의 온도 분포 평가
Temperature Distribution of Timber Building Columns Exposed to Fire

이한솔¹, 신진원¹, 김선희², 최인락³, 민정기⁴, 최성모²
Hansol LEE¹, Jinwon SHIN¹, Sun-Hee KIM², In-Rak CHOI³, Jeong-Ki MIN⁴, Sung-Mo CHOI²

¹가톨릭관동대학교 건축공학과, ²서울시립대학교, 건축학부, ³호서대학교 건축토목공학부,

⁴한국건설환경시험연구원 실화재센터

¹Dept. of Architectural Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung, Korea

²Dept. of Architecture Engineering, University of Seoul, Korea

³Dept. of Architecture and Civil Engineering Hoseo University, Asan, Korea

⁴Real-Scale Fire Testing & Research Center, Korea Conformity Laboratories, Samcheok, Korea

최근 저탄소 에너지 정책 확산과 함께 목구조 건축물의 활용이 증가하고 있다. 목재는 친환경성과 단열 성능 측면에서 장점을 가지지만 화재 시 내화성능이 취약하다는 단점을 가지고 있다. 이를 보완하기 위해 CLT(Cross-Laminated Timber)와 같은 구조용 목재가 개발되어 탄화층 형성을 통한 내부 보호 성능을 제공하고 있다.

따라서 본 연구에서는 먼저 CLT 패널의 적용 위치에 따른 구획 내부 공간 온도분포와 화재 거동 특성을 분석하기 위하여, 천장이나 벽체에 CLT를 배치한 조건으로 FDS 화재 해석을 수행하였다. 이를 통해 CLT 배치 조건이 화재 지속성과 공간 온도 및 구획 내 열적 거동에 미치는 영향을 분석하였다.

추가로, 단순한 공간 내 온도분포 평가를 넘어 화재에 노출된 기둥의 온도분포를 분석하고자 한다. 이를 위해 기둥 내부에 열전대를 설정하여 시간에 따른 온도 변화를 비교 및 평가하고 CLT 패널 적용 조건에 따른 차이를 확인한다. 또한 목구조 건축물 내 기둥은 구조용 집성재를 대상으로 (Glulam, Glued-Laminated Timber)를 대상으로 하여 온도분포를 평가하고자 한다.

평가 방법은 FDS-ABAQUS Coupling을 통해 ABAQUS 열전달 해석을 진행하여, 이를 통해 CLT 패널(천장 및 벽체)과 Glulam 기둥의 열전달특성을 분석한다. 나아가 기둥의 탄화깊이에 따른 내화성능을 평가하고자 한다.

3D 모듈러 유닛을 위한 GLT - H형강 합성보의 구조 효율성 평가 Experimental Evaluation of Structural Efficiency of GLT - Steel Composite Beams for 3D Modular Units

황혜선¹, 안경선¹, 이광률¹, 김민정¹, 이해규¹, 김철기², 오정권^{1,3}
Hae-Seon HWANG¹, Kyung-Sun AHN¹, Gwang-Ryul LEE¹, Min-Jeong KIM¹,
Hae-Gyu LEE¹, Chul-Ki KIM², Jung-Kwon OH^{1,3}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²국립산림과학원, ³서울대학교 농업생명과학연구원

¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University, ²National Institute of Forest Science, ³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

3D 볼류메트릭 모듈러 건축은 단열재, 설비, 전기 배선 등 주요 마감 요소를 공장에서 사전 제작한 후 현장에서 적층·조립하는 방식으로, 공기 단축, 품질 관리 용이성, 현장 폐기물 저감과 같은 이점을 제공한다. 그러나 기존 시스템은 상·하부 유닛 간 구조 부재가 중복되어 공간 효율성이 저하되고 단면 설계가 과도해지는 한계를 갖는다. 이를 개선하기 위해 본 연구에서는 상부 모듈 바닥에 GLT 보를 적용하고, 하부 H형강 보와 합성하는 구조 개념을 제안하였다.

접합부 성능 검증을 위해 단계별 실험을 수행하였다. 단일 접합부의 거동을 확인하기 위해 싱글 쉬어(single shear) 시험을 진행하였고, 다수 접합부가 배열된 실제 조건을 모사하기 위해 그룹 쉬어(group shear) 시험을 실시하였다. 마지막으로 제안된 시스템의 실규모 거동을 평가하기 위해 GLT - H형강 합성보를 대상으로 풀 스케일(full-scale) 3점 휨 실험을 수행하였다.

실험 결과, 접합부는 초기 강성과 극한 강도 측면에서 안정적인 거동이 관찰되었으며, 그룹 접합부에서는 배열 형상에 따라 하중 분담 및 파괴 양상이 달라지는 특성이 확인되었다. 또한 풀 스케일 실험에서는 γ -method를 통해 예측한 합성 효율과 실험값 간 높은 상관성이 확인되어, 제안된 시스템의 구조적 타당성과 실용성이 입증되었다. 본 연구의 GLT - H형강 합성보 시스템은 기존 모듈러 건축의 구조적 비효율성을 개선하고 층고 절감과 경제성 향상을 동시에 달성할 수 있어, 국내 모듈러 건축의 기술 경쟁력 향상에 기여할 것으로 기대된다.

FEM 열전달해석을 통한 중·고층 목구조 건축물에 적용 가능한 기둥-보 접합부의 온도거동 Temperature Behavior of Column - Beam Connections for Mid- and High-Rise Timber Buildings Using FEM Heat Transfer Analysis

한슬기¹, 김선희², 신진원³, 김성배⁴, 최성모²
Seul-gi HAN¹, Sun-hee KIM², Jin-won SHIN³, Sung-bae KIM⁴, Sung-mo CHOI²

¹서울시립대학교 건축공학과, ²서울시립대학교 건축학부,

³가톨릭관동대학교 건축공학과, ⁴(주)더나은구조엔지니어링

¹Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul, ²Dept. of Architecture, University of Seoul, ³Dept. of Architectural Engineering, Catholic Kwandong University, ⁴The Naeun Structural Engineering Co. Ltd.

2050 탄소중립 목표를 달성하기 위해 건설산업의 탄소배출저감을 필수적이다. 현재까지 건축물의 주요 재료인 강재와 콘크리트는 생산과정에서 많은 이산화탄소를 배출하는 탄소 집약적 자원으로, 구조적 성능은 우수하지만 환경적 부담이 크다. 이에 반해 목재는 재생 가능하고, 성장과정에서 이산화탄소를 흡수·저장하는 탄소 저장고 역할을 하여, 건축물의 전 생애주기에서 탄소중립 실현을 뒷받침할 수 있는 대안적 구조재료로 주목받고 있다. 이러한 배경에서 전 세계적으로 중·고층 목구조 건축물의 적용 가능성이 확대되고 있으며, 특히 구조적 안전성과 내화성능 확보를 위한 접합부 연구가 중요한 과제로 부각되고 있다.

한국건설기술연구원은 중·고층 목구조 건축물에 적용 가능한 Glued-in Rod(GIR)를 적용한 벌륜형, 플랫폼형 기둥-보 접합부를 제안하였다. 본 연구에서는 이 접합부의 내화성능을 확인하고자 ABAQUS (2023)을 사용하여 FEM 열전달해석을 수행하였고, 표준화재 노출 시 GIR과 목재의 온도거동을 확인하였다. 제안된 접합부는 강재 엔드플레이트가 외부에 노출되는 한계가 있어 국내 사양기반설계에 요구되는 내화성능을 확보하기 위해서는 내화피복재 도포가 필요하다. 이에 본 연구에서는 강재부재가 매입된 기둥-보의 편파 모멘트 접합부를 제안하고, FEM 열전달해석을 통해 표준화재 노출시 연결철물과 목재의 온도거동을 확인하는 것을 목적으로 한다.

Acknowledgment: This study was carried out with the support of 'R&D Program for Forest Science Technology (Project No. "RS-2004-00400729)" provided by Korea Forest Service(Korea Forestry Promotion Institute).

상변화물질(PCM) 적용을 통한 한랭지역 목구조 건축물의 난방 효율 개선 및 최적화 방안
Optimization of Heating Efficiency in Cold-Region Timber Buildings Using Phase Change Materials (PCM)

권민지¹, 김민기¹, 김현배¹
Minji KWON¹, Mingi KIM¹, Hyun Bae KIM¹

¹충남대학교 환경소재공학과

¹Dept. of Biobased Materials, Chungnam National University

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 지구 평균 온도 상승을 산업화 이전 대비 1.5℃ 이내로 억제하기 위해서는 2030년까지 전 세계 이산화탄소 배출량을 2010년 대비 최소 45% 이상 감축해야 한다고 제시했다. 이를 달성하기 위해 건축 부문은 태양열 패시브 시스템과 열에너지 저장 기술을 포함한 신재생에너지 활용이 필수적이다. 특히 외기온이 0℃ 이하로 떨어지는 한랭지역에서는 열펌프 난방 효율이 급격히 저하되어 석유 및 가스 보일러 의존도가 높아 탄소 저감에 한계가 있으므로, 건물 외피에 상변화물질(PCM, Phase Change Material)을 적용하여 열적 성능을 개선하는 방안이 주목받고 있다. 본 연구에서는 2층 구조의 목조 주택 모델을 대상으로 PCM을 적용한 시뮬레이션을 수행하였으며, PCM의 용점을 변수로 설정하여 연간 난방 및 냉방 부하 변화를 분석하였다. 그 결과 PCM의 용점이 낮을수록 겨울철 난방 부하 절감 효과가 두드러졌으며, 용점이 높을수록 여름철 냉방 부하 절감 효과가 강화되는 것으로 나타났고, 이를 통해 계절별 에너지 수요 특성에 따라 PCM 용점 선택이 달라져야 함을 확인하였다. 또한 PCM 적용은 화석연료 사용량을 줄여 연간 CO₂ 배출량 절감 효과를 가져올 수 있음을 정량적으로 제시하였다. 본 연구는 일본 한랭지역 주택에서 PCM 적용에 따른 최적 용점 범위를 도출함으로써 효율적인 에너지 절감 및 탄소 배출 저감 전략 수립에 기여하며, 국가적 탄소중립 목표 달성을 위한 건축 부문 정책 및 기술 개발에 유용한 기초 자료를 제공한다.

간접법에 의한 응력과 비파괴시험의 적용 가능성 분석
- 드릴저항시험 분석을 중심으로 -

Analysis of the Applicability of Stress Wave Non-Destructive Testing by Indirect Method
- Focusing on Drilling Resistance Test Analysis -

한형준¹, 이가원¹, 심국보^{2*}
Hyeong-Jun HAN¹, Ga-Won LEE¹, Kug-Bo SHIM^{2*}

¹충북대학교 임산공학과, ²충북대학교 목재종이과학과

¹Dept of Forest Products, Chungbuk National University,

²Dept of Wood and Paper Science, Chungbuk National University

목조문화유산은 부재의 반대면이 노출되지 않은 경우가 많아 간접법 비파괴 검사의 적용이 요구된다. 본 연구에서는 국내 목조문화유산의 보수 과정에서 교체된 원형 구조부재 9개를 대상으로 응력과 간접법과 드릴저항시험을 병행하여 응력과 간접법 비파괴 검사의 부후 및 결함 탐지 가능성을 검토하였다. 부재는 원기둥 형태로, 둘레를 16등분(약 22.5° 간격)하여 측정하였다. 응력과 검사는 목리 방향 30cm 구간에서 20회 반복 측정하였으며, 구간의 중심부를 관통하는 드릴저항시험을 실시하여 방사형 데이터를 확보하였다. MATLAB을 이용하여 드릴저항시험 단층 영상과 응력과 데이터, 그리고 횡단면 사진을 비교·분석하였다. 이를 통해 목조문화유산의 내부 부후와 결함 평가에 있어 응력과 간접법의 활용 가능성을 탐색하고, 드릴저항시험과의 연계를 통한 진단 신뢰성 확보의 가능성을 제시하고자 한다. 본 연구의 결과는 목조문화유산에 대해 간접법을 이용한 부후 및 결함 판단 가능성을 확인하고, 향후 목조문화유산의 보수·보강 과정에서 구조안전성 평가의 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

목구조 기둥-보 접합부의 비재하 수평가열로 실험

Experiment Study on Non-Loading Horizontal Heating Furnace of Timber Column-Beam Connections

김성배¹, 김채연², 박금성³, 오근영³, 최성모⁴

Sung-bae KIM¹, Chae-yeon KIM², Keum-sung PARK³, Keun-yeong OH³, Sung-mo CHOI⁴

¹(주)더나은구조엔지니어링, ²서울시립대학교 건축공학과, ³한국건설기술연구원, ⁴서울시립대학교 건축학부

¹The Naeun Structural Engineering Co. Ltd., ²Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul,

³Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, ⁴Dept of Architecture University of Seoul

최근 목구조를 적용한 건축물설계가 폭넓게 진행되고 있다. 건축물의 용도도 주택에서 오피스, 공용시설, 판매 시설 등으로 다양해지고 있으며, 건축물의 규모도 5층 이하 저층에서 중고층으로 확대되고 있다. 소규모 주택의 경우 목구조의 접합은 이음과 맞춤, 철물을 이용한 기계적접합 등을 손쉽게 적용한다. 이때 목재의 내화성능은 탄화두께를 기초로 한다.

4층이하 20m이하의 경우 내화성능은 1시간을 목표로 하므로, 탄화두께는 약 40~45(mm)를 요구한다. 또한 사용되는 철물도 1시간의 내화성능을 확보하면 되므로 내화도료를 이용한 내화성능확보를 제시한다(KS F 1611-3). 그러나 건축물의 규모가 커지면서 12층, 50m 초과인 경우, 3시간의 내화성능을 확보해야 한다. 3시간 내화성능 확보를 위한 목재의 탄화두께와 접합부에 사용되는 철물의 내화성능 확보방안 등은 명확하지 않다.

목재에 요구되는 내화성능을 단순히 1시간 탄화두께의 3배로 한다면, 탄화두께가 너무 커져서(120~135(mm)) 기둥, 보 부재를 제작하기도 어려운 상황이 된다. 또한 접합부로 사용하는 철물의 내화성능확보 방안도 단순히 내화도료를 피복하는 것은 경제성과 시공성 등의 한계에 봉착한다. 부가적으로 우리나라에서는 아직 3시간 목구조 기둥-보 접합부에 대한 내화성능시험을 실시한 사례가 없다. 세계적으로도 목구조 접합부의 3시간 내화성능 검증은 실험 및 연구사례가 거의 없다.

이에 본 연구에서는 중고층(13층) 목조건축물에 적합한 기둥, 보 단면사이즈를 산정하고, 이를 대상으로 수평가열로에서 비재하 내화성능실험을 실시하고자 한다. 내화성능실험을 수행하기 위한 실험계획과 접합부상세 제안, 목재의 탄화두께 산정 등을 외국자료를 통해 확인하였다.

Acknowledgment: This study was carried out with the support of 'R&D Program for Forest Science Technology (Project No. "RS-2004-00400729)" provided by Korea Forest Service(Korea Forestry Promotion Institute).

CLT-콘크리트 합성 목구조 바닥의 휨 성능 연구

Study on Bending Properties of CLT-Concrete Composite Wood Slab

김철기¹, 이형우¹, 황태익¹, 윤나영¹, 이인환¹

Chul-Ki KIM¹, Hyung Woo LEE¹, Tae-Ik HWANG¹, Nayoung YOON¹, In-Hwan LEE¹

¹국립산림과학원 목재공학연구과

¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science

기후 위기 등으로 친환경 건축물에 관한 관심이 점차 높아지고 있다. 목조건축물은 다른 구조 건축물에 비하여 건축 전 과정에서 적은 탄소를 배출할 뿐만 아니라, 국산 목재를 사용한다면 탄소저장량도 인정받을 수 있기 때문이다. 또한, 목조건축은 건축물의 주요 부재와 부품을 공장에서 사전 제작하여 현장으로 운반, 조립 및 설치하는 탈현장 건설방식(OSC, Off-Site Construction)을 적용하기 쉬우므로, 최근 사회적 문제가 되는 건설업 생산성 저하 문제를 해결할 수 있다. 국립산림과학원은 이러한 목조건축의 장점을 활용하여 목구조 교육시설물 축조를 위한 연구를 수행하고 있다. 선행 연구로 학생 수와 교육과정을 반영한 초·중·고등학교 교실에 대한 평면 6종을 개발하였으며, 이를 구성하기 위한 바닥의 경간은 7 m 이상임을 확인하였다. 목구조 교육시설물의 사용성을 확보하기 위하여 CLT-콘크리트 합성 목구조 바닥을 고려하고 있으며, 그에 대한 실험대체 휨 성능 연구 결과가 본 논문에서 제시되어 있다. CLT와 콘크리트 간 접합 방법은 홈(Notch) 또는 셀프테핑스크류(STS, Self-Tapping Screw)를 사용하였다. 연구 결과, notch와 STS를 혼합한 방법이 휨 강도와 휨 강성이 가장 높게 나타났으며, 그 값은 각각 27.3 MPa와 3.8×10^{12} Nmm²이었다. 합성 목구조 바닥의 휨 강성은 같은 크기의 C-E10-E8 등급 CLT 휨 강성보다 46% 높은 값을 확인하였다. 추후 연구에서는 CLT-콘크리트 합성 목구조 바닥의 휨 성능 설계값 산출 방법 개발, 합성 목구조 바닥의 OSC 적용을 위한 제조, 운송, 양중 방법에 대한 연구를 수행할 예정이다.

낙엽송 자원 고갈 대응을 위한 복합수종 구조용집성재의 성능 평가 Performance Evaluation of Hybrid Glued Laminated Timber for Sustainable Replacement of Larch Resources

주성빈¹, 정택용², 김태석¹, 여수환¹, 웅웬 듀이 뷰옹¹, 박하림¹ 윤선미², 강석구^{1*}
Seongbeen JU¹, Taekyong JEONG², Taeseok KIM¹, Su-Hwan YEO¹, Nguyen Duy Vuong¹,
Halim PARK¹, Seonmee YOON², Seogoo KANG¹

¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소

¹Dept of Bio-based Materials, Chungnam National University, ²The Korean Woodism-city Project Research Center

국내 구조용 집성재(Glued Laminated Timber; GLT)는 주로 낙엽송(*Larix kaempferi*)을 핵심 수종으로 사용해 왔으나, 낙엽송 대비 소나무(*Pinus densiflora*)의 자원량이 풍부함에 따라 대체 수종 활용 가능성 검토가 요구된다. 제재목 상태에서의 층계 등급은 낙엽송 E12, 라디에타파인(*Pinus radiata*) E10, 소나무 E8로 분류된다. 본 연구에서는 라디에타파인과 소나무를 중층에 적용한 3-ply GLT를 제작하여 낙엽송 단일 집성재와의 휨 성능 및 접착 내구성을 비교·평가하였다. 시편 조합은 LLL(낙엽송 단일), RRR(라디에타파인 단일), PPP(소나무 단일), LRL(외층 낙엽송 - 중층 라디에타파인), LPL(외층 낙엽송 - 중층 소나무)으로 구성하였으며, PRF 접착제를 사용하고 KS F 3021(구조용 집성재)에 따른 4점 휨시험과 KS F 2160(접착목재제품의 침지박리 시험 방법)을 수행하였다. 그 결과 휨 성능에서는 LLL=10S-30B, RRR=10S-30B, PPP=8S-27B로 나타나 낙엽송과 라디에타파인은 동등한 성능을 확보하였으나, 소나무는 상대적으로 낮은 등급을 보였다. 반면 혼합 조합인 LRL과 LPL은 모두 10S-30B로 평가되어 낙엽송 단일과 동등한 구조 성능을 유지하였다. 파괴 모드 관찰 결과, LLL은 비교적 안정적인 균열 진행과 파괴 양상을 보였다. 반면 RRR, PPP 및 이중수종 조합(LRL, LPL)은 하중 작용 시 취성적 파괴 양상을 나타냈다. 접착 내구성 평가에서 침지박리는 RRR(9.1%)과 PPP(25.1%)를 제외하고 모두 합격으로 나타났다. 삶음박리의 경우 LLL(0.0%)만 합격하였으나, LRL(평균 10.2 ±11.2%)과 LPL(평균 12.3 ±14.6%)은 단일 RRR(11.0 ±1.7%)·PPP(47.8 ±19.2%) 대비 낮은 박리율을 기록하였다. 특히 두 조합 모두에서 1개 시편에서만 25~33% 수준의 높은 박리율이 발생하였는데, 이는 박리된 부분의 웅이가 접착기작(흡수·젖음·계면 응력분산)을 방해하여 접착 성능을 저해한 결과로 판단된다. 결론적으로, 낙엽송 중층 대체 조합은 휨 성능과 접착 내구성 측면에서 낙엽송 단일 수종과 동등 수준의 성능을 보였으며, 이는 대체 수종 적용 가능성을 제시한다. 다만 본 연구는 3-ply에 한정되어 있어, 향후 연구에서는 5-ply 이상 실대재 GLT에 대한 추가 검증과 다양한 수종 조합에 따른 성능 평가가 필요하다.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(FTIS 2400000135, RS-2024-00404631)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

열분해 구간을 고려한 기둥-보 유효단면 유효성 검토 Evaluation of the Effective Section of Column and Beam Considering the Pyrolysis Zone

김선희¹, 최인락², 민정기³, 김성배⁴, 최성모¹
Sun-hee KIM¹, In-rak CHOI², Jeong-ki MIN³, Sung-bae KIM⁴, Sung-mo CHOI¹

¹서울시립대학교 건축학부, ²호서대학교 건축토목공학부

³한국건설생활환경시험연구원 실화재센터, ⁴㈜더나은구조엔지니어링

¹Dept of Architectural Engineering, University of Seoul, ²Dept of Architecture and Civil Engineering, Hoseo University, ³Real-Scale Fire Testing & Research Center, Korea Conformity Laboratories,

⁴The Naeun Structural Engineering Co. Ltd.

In fire resistance design of timber structures, the charring rate (typically 0.65mm/min) is one of the most critical parameters. The heat transfer mechanism in timber exposed to elevated temperatures shows that pyrolysis begins to occur beyond 200°C, and when the temperature reaches approximately 300°C, a char layer is formed, which delays the heat flux. This is because the charred layer functions as a barrier against direct heat transfer. However, when evaluating the residual cross-section after fire exposure, the charred zone is generally excluded and assumed ineffective. Current timber fire design codes further reduce the effective cross-section by also excluding the pyrolysis zone adjacent to the charred layer. For beams, the effective cross-section is often evaluated more favorably than for columns, since beams are usually assumed to be exposed on three sides, whereas columns are exposed on four sides. According to Huč (2023), the effective section can vary significantly depending on the slope of the fire curve (heating-cooling phase). Similarly, Lucherini (2025) reported that many experimental and analytical studies have been carried out to evaluate the Reduced Cross-Section Method(RCSM), considering both the charring depth and the zero-strength layer obtained from parametric or natural fire curves. In this study, the effective cross-sections were examined with respect to section shape factors and exposure conditions, and the influence of including or excluding the pyrolysis zone on residual load-bearing capacity was analyzed. For columns, where residual strength is critical during fire, the assumed effective section resulted in differences exceeding 35% in load capacity ratio. It is concluded that the definition of the effective cross-section serves as a key reference point for rational fire resistance design. Accordingly, charts illustrating the variations in temperature distribution and stress ratio (fire condition vs. ambient condition) under different parameters are presented.

Acknowledgment: This study was carried out with the support of 'R&D Program for Forest Science Technology (Project No. "RS-2004-00400729) provided by Korea Forest Service(Korea Forestry Promotion Institute).

개구부 크기에 따른 Prefab 벽체의 수평하중 저항성능
Lateral Load Resistance of Prefabricated Wall Panels with Different Opening Sizes

이형우¹, 김철기¹, 황태익¹, 유상현¹
Hyung Woo LEE¹, Chul-Ki KIM¹, Tae-Ik HWANG¹, Sang-Hyun YOU

¹국립산림과학원 목재공학연구과

¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science

목구조에서 벽체의 개구부는 구조 성능에 영향을 미치는 요소 중 하나이다. 특히 학교 건축물은 창호, 출입문 등 개구부를 다수 포함하고 있어, 건축물에 요구되는 수평하중 저항성능을 개구부가 없는 목구조 벽체만으로는 확보하기 어려울 수 있다. 이에 개구부를 포함한 벽체의 구조성능을 산출하고 그를 구조 설계에 반영하여, 학교 건축물의 구조 안정성 확보를 용이하게 하고자 연구를 수행하였다. 선행 연구를 통하여 도출한 학교 건축물에서 사용되는 개구부 크기(전체 벽체 면적 대비 약 19% 및 27%)를 가진 prefab(프리패브) 벽체를 대상으로 수평하중 저항성능을 평가하였다. 프리패브 벽체는 구조용 집성재로 이루어진 기둥-보 골조에 경골목구조 구조벽체를 삽입한 방식으로 제작하였다. 실험은 KS F 2154(경골목구조 전단벽의 전단 시험 방법) 및 ASTM E 2126(Standard Test Methods for Cyclic Load Test for Shear Resistance of Vertical Elements of the Lateral Force Resisting System for Building)에 의거하여 수행하였으며, 개구부의 크기에 따른 벽체의 강성, 최대 하중 및 전단내력을 산출하였다. 또한 개구부를 포함하지 않는 벽체와 비교하여, 개구부 크기에 따른 프리패브 벽체의 수평하중저항 성능 변화를 비교하였다. Segmented Method와 Perforated Method를 적용하여 산출된 이론값과 실험값을 비교·검토함으로써, 프리패브 벽체의 해석법을 개발하고자 하였다. 본 연구를 통하여 개구부가 프리패브 벽체의 구조 성능에 미치는 영향을 규명할 수 있었으며, 도출한 결과는 향후 학교 건축물 등에서 개구부를 포함한 벽체 설계 및 구조 성능 평가에 활용 가능한 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

노치 합판 전단 접합부를 사용한 목재-콘크리트 복합 슬래브의
진동성능에 대한 실험적 평가 및 prEN 분석모델 검증
Vibration Performance of Timber-Concrete Composite Slabs with Notched Plywood Shear
Connections: Experimental Validation of Analytical Model in prEN

안경선¹, 오근영², 안진현³, 김민정¹, 이광률¹, 황혜선¹, 이해규¹, 오정권^{1,4}
Kyung-Sun AHN¹, Keunyeong OH², Jin-Hyun AN³, Min-Jeong KIM¹, Gwang Ryul LEE¹,
Hae Seon HWANG¹, Haegyu Lee¹, Jung-Kwon OH^{1,4}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²한국건설기술연구원 건축연구본부,

³국립창원대학교 건축공학전공, ⁴서울대학교 농업생명과학연구원

¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University

²Department of Building Research, Korea Institute of Civil Engineering & Building Technology

³Department of Architectural Engineering, Changwon National University

⁴Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

기존 경골목구조 중심의 목조건축은 최근 중고층 건물로 그 규모를 확장하고 있다. 목재는 타 건축재료에 비해 중량 대비 강도가 우수하다는 강점이 있지만, 상대적으로 낮은 강성으로 인해 사용성 설계기준을 만족하기 어려워, 경골목구조에 비해 넓은 경간설계로 인해 처짐 및 진동 문제가 증가할 것으로 예상되고 있다. 이러한 목재의 단점을 극복하기 위해, 높은 강성과 질량을 지닌 콘크리트와의 기계적 합성을 통해 성능을 개선하는 목재-콘크리트 합성 시스템(Timber-concrete composite system, TCC)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 넓은 경간 목재 바닥판(슬래브)으로 활용하기 위해 개발된 노치 합판 전단접합부를 활용한 목재-콘크리트 합성 슬래브(TPC 슬래브)의 진동성능에 대한 prEN 1995-1-1 분석모델의 예측정확도를 실험적으로 검증하였다. 실험방법은 임팩트 해머 가진실험과 보행실험 중 2가지 실험을 함께 수행하였다. 임팩트 해머 가진실험을 통해 고유주파수, 감쇠비와 같은 슬래브 자체의 기본동적특성을 평가하고, 보행가진 실험을 통해 건물 사용자의 동적하중에 따른 가속도, 속도 반응을 평가하였다. 진동실험 이후 동일 실험체에 대하여 4점 하중 휨실험을 통해 측정된 휨 강성을 기반으로 경간 중앙에 1kN이 작용하였을 때 발생하는 처짐을 산출하였다. prEN에 제시된 예측모델은 고유주파수, RMS 가속도 및 속도, 동적하중에 의한 처짐을 매우 근소하게 예측할 수 있음을 확인하였다.

요소계 포름알데히드 포집제를 활용하여 CLT 코어층으로 사용되는 냉압 합판의 장기
포름알데히드 방출량 저감에 관한 연구

Reducing Long-Term Formaldehyde Emission from Cold-Pressing Plywood Used as CLT
Core Layer Using Urea-Based Formaldehyde Scavengers

응웬뉘이뷰옹¹, 윤선미², 정택용², 여수환¹, 박하림¹, 강석구¹

Duy Vuong NGYUYEN¹, Seon-mee YOON², Taek-yong JEONG², Su-Hwan YEO¹, Ha-lim PARK¹, Seog-goo KANG¹

¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소

¹Department of Bio-based Materials, Chungnam National University, ²The Korean Woodism
Project-city Research Center

This study investigates the effectiveness of a urea-based formaldehyde scavenger solution in reducing long-term formaldehyde emissions from cold-pressed plywood used as a core layer in hybrid CLT. Plywood samples were produced using a cold-pressing method with phenol - resorcinol - formaldehyde (PRF) adhesive, and their side surfaces were treated with a 33.2% urea-based scavenger solution. The objective was to compare emission levels of the treated samples with those of untreated cold-pressed plywood, as well as with hot-pressed plywood and other treatment methods (heat and water). The study also evaluated the impact of the scavenger treatment on the mechanical and physical properties of the plywood, including bending, planar shear, tensile strength, and density. The results demonstrated significant reductions in formaldehyde emissions from the scavenger-treated samples, with an average decrease of approximately 90% compared to untreated samples, 86% compared to heat- and water-treated samples, and 82% compared to hot-pressed plywood. These reductions enabled compliance with Korean SE₀ - E₀ formaldehyde emission standards. Furthermore, mechanical and physical tests confirmed that the scavenger treatment did not adversely affect the plywood's performance. Our findings highlight the use of a 33.2% urea-based scavenger as an effective strategy for mitigating formaldehyde emissions in cold-pressed plywood production, reinforcing its potential as a sustainable and high-quality alternative to conventional hot-pressing methods.

Acknowledgments: This study was carried out with the support of 'R&D Program for Forest Science Technology (Project No. "FTIS 2400000135", "RS-2024-00404631")' provided by Korea Forest Service (Korea Forestry Promotion Institute).

목구조 탄화속도 산정에 관한 설계기준 비교 분석

Comparative Analysis of Design Standards for Charring Rate Calculation in Timber Structures

최인락¹, 김선희², 여인환³, 김성배⁴, 최성모²

In-rak CHOI¹, Sun-hee KIM², In-hwan Yeo³, Sung-bae KIM⁴, Sung-mo CHOI¹

¹호서대학교 건축토목공학부, ²서울시립대학교 건축공학과,

³가톨릭관동대학교 건축공학과, ⁴(주)더나은구조엔지니어링

¹Division of Architecture and Civil Engineering, Hoseo University, University of Seoul, ²Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul, ³Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, ⁴The Naeun Structural Engineering Co. Ltd

최근 친환경 건축 재료인 목재를 활용한 중·대규모 목구조 건축물의 보급이 확대됨에 따라, 구조 부재의 화재 안전성을 확보하기 위한 합리적이고 신뢰성 있는 내화설계 기준의 필요성이 증대되고 있다. 그러나 국내의 경우 KS F 1611-3을 토대로 일부 제재목 및 집성재의 탄화속도가 제시되어 있을 뿐, KDS 41 50 50 목구조 방화설계 기준에는 대단면 목구조 부재를 대상으로 한 내화설계 방법이 구체적으로 마련되어 있지 않다.

이에 본 연구에서는 미국 AWC(American Wood Council)의 FDS(Fire Design Specification, 2024)와 유로코드 5(prEN 1995-1-2: 2023)의 탄화깊이 산정 방식을 비교·분석하였다. AWC FDS는 시간에 따라 탄화속도가 점차 감소하는 비선형 모델($a_{char} = \beta_t t^{0.813}$)을 적용하여 탄화깊이를 산정하고, 강도 및 강성 저하부를 고려하기 위해 유효탄화깊이($a_{eff} = 1.2a_{char}$)를 도입하는 것이 특징이다. 반면, 유로코드 5는 내화피복의 존재 및 탈락 여부 등 화재 진행 단계를 구분하고, 각 단계별로 다른 선형 탄화속도(β_n)를 적용하는 복합 모델을 채택한다. 또한 강도 저하층을 별도로 정의하여 유효단면을 산정한다. 특히 두 기준 모두 최근 활용이 증가하는 CLT (Cross-Laminated Timber)에 대한 규정을 포함하여 내화설계의 적용 범위를 확장하고 있다. 본 연구는 목구조 탄화속도 산정에 관한 비교 분석과 국내 실험결과를 반영하여 목구조 내화설계기준의 개정 방향을 정립하고자 한다.

Acknowledgment: This study was carried out with the support of 'R&D Program for Forest Science Technology (Project No. "RS-2004-00400729)" provided by Korea Forest Service(Korea Forestry Promotion Institute).

노후화된 목조 건축물의 유지관리 기법 연구
A Study on Maintenance Techniques for Aging Wooden Buildings

윤범열¹, 이상준¹, 김철기¹, 이형우¹, 이인환¹, 이상민¹
Beom Yeol YUN¹, Sang-Joon LEE¹, Chul-Ki KIM¹, Hyung Woo LEE¹, In-Hwan LEE¹, Sang-Min LEE¹
¹국립산림과학원 목재공학연구과

¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science

목조 건축물은 친환경성과 심미적 가치에도 불구하고, 시간이 지남에 따라 발생하는 부후, 균열, 결로, 화재 위험 등으로 인해 안전성과 내구성 저하가 우려된다. 특히, 최근의 기후변화로 인한 고온다습한 환경은 목조 자재의 열화를 가속하기 때문에 이에 대한 체계적인 유지관리 기법 마련이 시급하다. 특히 유지관리 되지 않은 노후화된 건축물은 신축 건축물에 비해 1.75배의 에너지를 더 사용하며, 재실자에게 불쾌한 환경을 제공하는 문제점이 있다. 본 연구는 노후화된 목조 건축물의 성능 저하 메커니즘을 규명하고, 효과적인 유지관리 기법을 제안하는 데 목적을 두었다. 건축물 외피 성능 진단을 위한 방안으로 비파괴 검사인 적외선 열화상 분석을 통하여 육안으로 확인되지 않는 내·외부 결함을 확인하였으며, 전기저항법으로 목재의 함수율을 측정하고 열화 정도를 예측하였다. 분석 결과를 토대로 유지관리 기법으로 보수·보강 공법과 센서 모니터링, 함수율 예측 시뮬레이션의 디지털 기반 관리 기법을 제시하였다. 또한 일본, 북미, 유럽, 호주의 사례를 비교·분석하여 우리나라 실정에 맞는 정기 점검 지침과 정책적 제도화 방향을 논의하였다. 연구 결과를 통해 노후화된 목조 건축물의 안전성 확보, 장수명화, 정량화된 유지관리 기법과 비용 절감에 기여할 뿐 아니라, 지속 가능한 목재 이용과 국가 차원의 유지관리 표준 마련을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

구조용 편백나무 합판 실대재의 난연 및 준불연 성능
Flame Retardant and Quasi-Non-Combustible Performance of
Actual Size Structural Hinoki Plywood

박희준¹, 이태진¹, 장은석²
Hee-jun PARK¹, Tae-jin LEE¹, Eun-suk JANG²
¹전북대학교 주거환경학과, ²삼보과학 기술연구소

¹Dept. of Housing Environmental Design, ²Sambo Scientific Co., Ltd., R&D Center

본 연구에서는 건축 구조용 및 마감재로 사용되는 구조용 편백나무 합판 실대재를 대상으로 난연 및 준불연 성능 확보 가능성과 최적의 난연제 함침 수준을 제시하고자 수행하였다. 시험용 합판은 일본 닛신합판(주)에서 제조한 두께 12mmx폭910mmx길이1820mm인 구조용 합판 200매를 시험용으로 사용하였다. 난연제는 인산이암모늄, 폴리인산암모늄, 무수붕사, 물, 기타 성분의 혼합물로 구성되어 고형분 약 27%로 제조하였다. 실대재 합판에 난연제를 진공가압 스케줄 조건에서 함침한 후 최저중량 시험편을 채취하여 KS F ISO 5660-1 기준에 따라 한국건설생활환경시험연구원과 일본 돗토리현 임업시험장에서 최대발열속도(kW/m²), 총방출열량(MJ/m²), 발열속도 200kW/m² 이상 지속시간(sec), 이면 균열여부 등 난연 및 준불연 성능을 평가하였다. 각 합판에서 최저중량 시험편을 선정하여 약제주입량, 난연 및 준불연 성능을 평가한 결과 최대발열속도는 평균 9.42kW/m², 발열속도 200kW/m² 이상 지속시간(sec)은 없었으며, 난연시험 총방출열량은 평균 1.15MJ/m², 준불연시험 총방출열량은 평균 3.47MJ/m²를 나타내었다. 화재시험 후 육안적 검사 결과 이면의 균열, 할렬 등 이상은 발견되지 않아 한국과 일본의 화재안전 성능기준에 적합함을 확인하였다. 이상의 결과로부터 구조용 합판 실대재의 경우에도 적정 진공가압 스케줄 적용과 난연제 함침량 조절을 통하여 합판 전면에 균일한 약제주입과 난연성능 및 준불연성능 기준에 각각 적합한 건축용 부재의 제조가 가능함을 확인하였다.

※ This research was funded by the R&D Program for Forest Science Technology in Korea (FTIS-RS-2024-00400728).

층재 수종 구성 및 난연제 주입에 따른 블록 전단강도 평가
Evaluation of Block Shear Strength according to Layer Species Composition and Flame Retardant Injection

김태석¹, 정택용², 주성빈¹, 여수환¹, 응웬 듀이 뽕¹, 박하림¹, 윤선미², 강석구^{1*}
Tae-Suk KIM¹, Taek-Yong JEONG², Seong-Been JU¹, Su-Hwan YEO¹, Duy Vuong NGUYEN¹,
Ha-Lim PARK¹, Seon-Mee YOON², Seog-Goo KANG¹

¹충남대학교 환경소재공학과, ²우디즘목재이용연구소

¹Dept. of Bio-Based Materials, Chungnam National University, ²The Korean Woodism-city Project Research Center

구조용 집성재는 건축재료로 널리 사용되고 있으나, 국내에서는 주로 낙엽송에 의존하고 있다. 그러나 낙엽송은 자원량이 한정적이고 난주입성 수종이라는 한계가 있다. 이에 비해 소나무는 자원량이 풍부하고 난연제 주입률이 우수하나, 밀도가 낮고 웅이가 많아 구조용으로는 활용이 제한적이었다. 따라서 본 연구는 낙엽송과 소나무를 혼합한 이중 수종 집성재의 전단 성능을 평가하고, 난연제 처리 후에도 구조용재료로서의 적합성을 검증하고자 하였다.

시험편은 낙엽송-낙엽송, 소나무-소나무, 낙엽송-소나무 조합으로 제작하였으며, 난연제 주입 전·후 블록 전단강도를 측정하고 KS F 3021 기준(A·B: 7.1 MPa, C: 5.9 MPa)과 비교하였다. 미주입 조건에서는 낙엽송-낙엽송(10.34 MPa)과 낙엽송-소나무(8.36 MPa)가 기준을 충족하였으나, 소나무-소나무(6.47 MPa)는 미달하였다. 주입 조건에서는 전체적으로 강도가 저하되었으며, 낙엽송-낙엽송(8.01 MPa, 약 22.5% 감소)은 A·B 등급을 유지하였고, 낙엽송-소나무(6.20 MPa, 약 30.1% 감소)는 C등급 수준으로 확인되었다. 소나무-소나무(4.44 MPa, 약 31.4% 감소)는 기준에 미달하였다.

따라서 난연제 주입으로 전단강도는 20~30% 수준 감소하였으나, 이중 수종 집성재는 C등급 기준의 성능을 확보하여 적절한 설계 조건하에서 구조용재료로 활용 가능함을 확인하였다. 향후 휨, 인장, 압축 성능 등 주요 기계적 특성에 대한 추가 평가를 통해 이중 수종 집성재의 구조적 활용성을 보다 구체적으로 검증할 필요가 있다.

사사 : 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(FTIS 2400000135, RS-2024-00404631)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

유기용매처리에 의한 목재의 흡음특성 개선
Enhancement of Sound Absorption Properties of Palmwood by Organosolv Treatment

강춘원¹, 하라드한콜야², 이영웅¹, 박상우³, 곽효원³, 阪上宏樹⁴
Chun-Won KANG², Haradhan KOLYA², Yong-Woong LEE¹, Sang Woo PARK³,
Hyo Won KWAK³, Hiroki SAKAGAMI⁴

¹전북대학교 주거환경학과, ²경상국립대학교나노신소재융합공학과,

³서울대학교 농림생물자원학부, ⁴이와테대학 임산과학과

¹Dept. of Housing Environmental Design, Jeonbuk National University, Korea, ²Dept. of Materials Engineering and Convergence Technology, Gyeongsang National University, Korea ³Dept. of Agriculture, Seoul National University, Korea, ⁴Dept. of Forest Science, Iwate University, Japan

Palm wood is a sustainable and renewable resource. However, its natural sound absorption capacity is too low for practical use in acoustic applications. Improving this property is crucial to enhancing its utility in both construction and interior design. This study investigates an eco-friendly organosolv treatment to improve the sound absorption performance of palm wood.

The treatment solvent was prepared by mixing distilled water, 50% ethanol, and 1% (v/v) sulfuric acid solution. Palm wood specimens were submerged in the solvent, treated in an autoclave at 121 °C for 15 minutes, and then air-dried at room temperature for four days. This process modified the porous structure of the wood. Untreated and treated wood were used for estimating air permeability using a capillary flow porometer and sound absorption performance by the impedance tube method.

The results showed a clear improvement in both air permeability and sound absorption coefficient. The sound absorption coefficient increased from 0.16 in untreated wood to 0.25 in treated wood, corresponding to a 21.1% enhancement. These findings highlight the potential of organosolv-treated palm wood as a low-cost, sustainable, and improved wood for sound absorption. It can be developed into sound-absorbing boards, offering eco-friendly solutions for construction and interior design applications.

C 분야

목재화학, 미생물, 에너지, 제지

Wood Chemistry, Microbiology,
Energy, Paper

<전시-P-37*>

리그닌 및 나노입자화 조건이 PLA 기반 생분해성 필름의 특성에 미치는 영향
Effect of Lignin Extraction Methods and Nanoparticle Fabrication on the Properties of
PLA-Based Biodegradable Films

정예진^{1,2}, 이재원^{1,2}

Ye Jin JEONG^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2}

¹전남대학교 임산공학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공

¹Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University,

²Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University

리그닌은 펄프 및 제지 산업의 주요 부산물로, 최근 친환경 바이오표재로서의 활용 가능성이 주목받고 있다. 방향족 구조에서 비롯되는 항산화 활성과 자외선 차단 특성은 리그닌을 고부가가치 생분해성 필름 소재로 응용할 수 있는 잠재력을 제공한다. 본 연구에서는 kraft, DES(Deep eutectic solvent), organosolv 리그닌의 특성을 분석하고, 이를 활용하여 리그닌 나노파티클을 제조하였다. 나노파티클은 용매-반응매 침전법, 용매교환법, 산 침전법을 통해 제조되었으며, 리그닌 추출 방법과 나노입자화 공정에 따라 리그닌 나노파티클의 입자 크기와 분산성은 차이를 나타냈다. PLA 기반 생분해성 필름에 리그닌 나노파티클을 도입한 결과, 기계적 강도와 열적 안정성이 향상되었으며, 동시에 UV 차단 성능 또한 개선되었다. 본 연구는 리그닌의 추출 및 나노입자화 방법이 PLA 기반 필름의 성능에 미치는 영향을 확인하였으며, 이를 통해 리그닌 기반 나노파티클이 친환경 포장재 및 기능성 바이오폴리머 응용에 있어 유망한 대체 소재가 될 수 있음을 시사한다.

사사: 본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농식품과학기술융합형연구인력양성사업의 지원을 받아 연구되었음(RS-2024-00397026).

<전시-P-38*>

리그닌 유래 비드의 제조 및 독성 유기오염물 제거를 위한 흡착제 응용
Novel Synthesis of Lignin-Derived Beads and Their Application as Adsorbents for Toxic
Organic Pollutant Removal

허지원¹, 김민수¹, 김용식^{1*}

Ji Won HEO¹, Min Soo KIM¹, Yong Sik KIM^{1*}

¹산림환경과학대학 제지공학과,

¹Dept. of Paper Science & Engineering, College of Forest and Environmental Sciences, Kangwon National University

본 연구에서는 리그닌을 기반으로 에멀전 상태에서의 가교법을 활용하여 비드 형태의 흡착 소재를 제조하였다. 합성된 리그닌 비드는 가교 조건과 이온성 작용기의 도입에 따라 표면 전하와 입자 크기를 효과적으로 조절할 수 있었으며, 이를 통해 특정 유기오염물에 대한 선택적 흡착 특성을 나타내었다. 또한 제조된 리그닌 비드는 반복적인 흡착-재생 실험에서도 안정적인 성능을 유지하여 우수한 재사용 가능성을 확인하였다. 이러한 결과는 리그닌 유래 비드가 환경 오염물 제거를 위한 지속 가능하고 고효율적인 흡착제로 활용될 수 있음을 시사하며, 향후 폐수 처리 및 환경 복원 분야에서 다양한 응용 가능성을 제시한다.

사사: 본 연구는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원(과제번호: RS-2021-NR059253) 및 2018년도 정부(교육부)의 재원(RS-2018-NR031068)으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.

탈리그닌 바이오매스를 이용한 효소가수분해 최적 조건 탐색
Optimization of Enzymatic Hydrolysis Conditions Using Delignified Biomass

이은주^{1,2}, 이재원^{1,2,3}

Eun-Ju LEE^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2,3}

¹전남대학교 임산조경학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공, ³전남대학교 임산공학과

¹Dept. of Wood Science and Landscape Architecture, Chonnam National University,

²Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University

³Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University

최근 화석연료의 지속적 사용으로 인한 자원 고갈과 지구온난화 등 환경문제가 심각해지고 있다. 이에 따라, 기존 화석연료를 대체할 친환경 에너지원 개발의 필요성이 증가하고 있다. 바이오매스는 친환경 에너지원 개발에 적합한 소재이다. 그러나 바이오매스 내 리그닌은 헤미셀룰로오스와 공유결합하여 리그닌-탄수화물 복합체를 형성함으로써 효소의 셀룰로오스 접근을 방해하여 효소가수분해 효율을 저해하는 인자 중 하나이다. 따라서, 효율적인 효소가수분해를 위해서는 리그닌 제거가 필수적이다. 본 연구에서는 탈리그닌 처리 시간(1 h, 2 h)에 따른 바이오매스(참나무, 소나무, 거대억새, 단수수)의 화학적, 구조적 특성을 분석하고 효소가수분해를 통해 최적의 탈리그닌 조건을 선정하였다. 선정된 탈리그닌 조건을 바탕으로 효소가수분해의 영향인자(고액비, 효소 첨가량 등)에 따른 효소가수분해 효율을 평가하여 최적의 효소가수분해 조건을 탐색하였다. 탈리그닌 바이오매스의 리그닌 함량은 참나무(8.06-3.13%), 소나무(14.84-4.83%), 거대억새(9.66-4.62%), 단수수(16.36-9.03%)로 감소한 반면 셀룰로오스 함량은 참나무(54.57-69.18%), 소나무(55.56-65.76%), 거대억새(56.90-70.03%), 단수수(38.07-44.38%)로 증가하였다. 효소가수분해 효율 평가 결과, 탈리그닌 2 h에서 참나무: 93.61%, 소나무: 96.12%, 거대억새: 98.28%, 단수수: 98.89%로 가장 높게 나타나 최적의 탈리그닌 조건으로 선정하였다. 또한 이를 바탕으로 고액비, 효소 첨가량 등 영향인자에 따른 효소가수분해 효율을 평가하여 최적 조건을 탐색하였다.

사사: 이 논문은 2025년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022M3J5A108524221)

수열처리 바이오매스의 효소가수분해 메커니즘 규명을 위한 잔사 리그닌의 특성분석
Characterization of Residual Lignin after Enzymatic Hydrolysis for Elucidating the Hydrolysis Mechanism of Hydrothermal Treated Biomass

신윤정^{1,2}, 이재원^{1,2,3*}

Yoon-Jung SHIN^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2,3}

¹전남대학교 임산조경학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공, ³전남대학교 임산공학과

¹Dept. of Wood Science and Landscape Architecture, Chonnam National University,

²Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University,

³Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University

바이오매스의 수열처리는 화학물질을 사용하지 않는 환경 친화적인 전처리 방법으로, 리그닌과 헤미셀룰로오스의 일부를 재배열하거나 분해하여 효소의 셀룰로오스 접근성을 향상시킨다. 리그닌은 효소가수분해 과정에서 소수성, 정전기적 상호작용 및 수소 결합을 통해 효소에 비생산적으로 흡착하여, 효소가 효과적으로 작용하는 것을 방해하여 효소가수분해 효율을 저하시킨다. 이러한 문제를 분석하기 위해 본 연구에서는 수열처리 바이오매스의 효소가수분해 잔사로부터 리그닌을 분리하여 화학적, 구조적 특성을 분석하고, 이를 바탕으로 효소가수분해 메커니즘을 규명하고자 한다. 수열처리 참나무와 일본잎갈나무로부터 효소가수분해 전후 milled wood lignin을 추출하고, 물리·화학적 분석을 통해 구조적 변화를 비교 분석하였다. 이러한 연구를 통해 수열처리가 리그닌 구조에 미치는 영향과 그로 인한 효소와 기질 사이의 상호작용 변화를 확인하여 효소가수분해를 효율적으로 수행할 수 있는 기반을 마련하고자 한다.

사사: 이 논문은 2025년 정보 (과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2021-NR05829040982119420005).

알지네이트/리그닌 기반 하이드로겔의 제조 및 구조·물성 평가 Preparation and Structural-Property Evaluation of Alginate/Lignin Based Hydrogels

신윤정^{1,3}, 정예진^{2,3}, 이재원^{1,2,3*}

Yoon-Jung SHIN^{1,3}, Ye Jin JEONG^{2,3}, Jae-Won LEE^{1,2,3}

¹전남대학교 임산조경학과, ²전남대학교 임산공학과, ³전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공

¹Dept. of Wood Science and Landscape Architecture, Chonnam National University, ²Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University, ³Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University

기후변화, 토양 비옥도 저하 및 물 부족으로 인해 증가하는 세계 인구를 위한 식량 생산성에 대한 우려가 제기되고 있다. 이에 따라 지속 가능한 자원 관리와 친환경 농업 소재의 개발이 요구된다. 그 방법 중 하나인 서방형 비료(slow-release fertilizer) 하이드로겔에 대한 연구가 진행되고 있다. 하이드로겔은 친수성 작용기를 포함한 폴리머로 구성되며, 이 친수성 작용기는 상당한 물을 보존한 후 천천히 방출할 수 있는 특성을 지니게 한다. 기존의 석유 기반 단량체 기반 하이드로겔은 낮은 생분해성과 토양에 미세·나노 플라스틱 잔류 문제를 발생시켜, 천연 고분자를 활용한 대체 소재 연구가 이루어진다. 본 연구에서는 소나무 및 유칼립투스에서 추출한 올가노솔브 리그닌과 시중에서 구매한 크라프트 리그닌을 확보하여 화학적 구조와 작용기 특성을 분석하였다. 또한, 알긴산염과 리그닌을 혼합하여 하이드로겔을 제조하고, 제조된 하이드로겔의 기계적 강도, 수분 보유력, 구조적 안정성과 같은 물성을 평가하였다. 이를 통해 리그닌 종류 및 농도가 알긴산염 기반 하이드로겔의 물성에 미치는 영향을 분석하고, 향후 친환경 서방형 비료 소재로서의 활용 가능성을 평가하고자 한다.

사사: 이 연구는 교육부와 한국연구재단이 지원하는 BK21 FOUR 재원으로 전남대학교 대학원의 혁신연구자의 지속가능한 연구지원사업(G-KIRI)으로부터 지원을 받아 수행된 연구임.

실리콘 음극용 수계 공정 바인더 용 리그닌 기반 그라프트 공중합체 합성 Synthesis of a Lignin-Based Graft Copolymer as an Aqueous-Processable Binder for Silicon Anodes

한근우¹, 조영민¹, 신준호¹, 김한희², 김호용³ 곽효원^{1,2}, 여환명^{1,2}, 최인규^{1,2*}

Geun Woo HAN¹, Youngmin CHO¹, Junho SHIN¹, Hanhee KIM², HoYong KIM³,

Hyo Won KWAK^{1,3}, Hwanmyeong YEO^{1,3}, In-Gyu CHOI^{1,3*}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원, ³한국화학 연구소 바이오화학연구센터,

¹Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University, Republic of Korea,

²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Republic of Korea,

³Center for Bio-based Chemistry, Korea Research Institute of Chemical Technology Republic of Korea

고성능 리튬이온전지(LIB)에 대한 수요가 증가함에 따라, 실리콘과 같은 고용량 음극을 위한 친환경적이고 기계적으로 안정한 바인더의 개발이 점점 더 중요해지고 있다. 목질계 바이오매스에서 유래한 풍부하고 재생 가능한 방향족 생체고분자인 리그닌은 그 화학적 기능성과 높은 가용성 덕분에 에너지 저장 응용을 위한 지속가능한 소재로서 큰 잠재력을 지닌다. 본 연구에서는 리그닌-그라프트 폴리비닐 아세테이트(Lig-g-PVAc)를 가수분해하여 얻은 리그닌-그라프트 폴리 비닐 알코올(Lig-g-PVA)에 아크릴산(acrylic acid)를 그라프트하여 수용성 바이오 기반 공중합체 바인더를 합성하였다. 구조 분석은 FT-IR 및 1H-NMR 분광법을 이용해 수행했으며, 그라프트 반응이 성공적으로 일어났음을 확인하였다. 겔 투과 크로마토그래피(GPC) 분석에서는 변환 후 분자량과 가지화가 증가함을 보였고, 용해도 시험에서는 리그닌과 비교해 Lig-g-PVA 및 Lig-g-PVA-PAA의 수분산성이 향상됨을 구명하였다. X선 광전자 분광법(XPS)을 통해서는 실리콘과의 계면 상호작용에 기여하는 기능기의 존재를 추가로 검증하였다. 합성된 바인더를 포함한 전극 슬러리는 180° 박리 시험을 진행해 접착성을 테스트하였다. 이러한 결과를 통해 리그닌 기반 그라프트 공중합체가 실리콘 음극용 수계 공정 바인더 시스템에서 쓰일 수 있을지 평가해 볼 수 있었다. 이후 코인셀 제작 및 전기화학적 성능 평가에 관한 추가 연구를 계획 중이다.

사사: This study was carried out with the support of 'R&D Program for Forest Science Technology (RS-2024-00403384)' provided by Korea Forest Service (Korea Forestry Promotion Institute).

*Cordyceps militaris*의 코디세핀 합성 증진에 대한 농업 부산물의 영향 및
배양 조건을 이용한 합성 성분 함량의 딥러닝기반 모델링

Effect of Agricultural Byproducts on Cordycepin Synthesis in *Cordyceps militaris* and Deep
Learning-Based Modeling of Synthetic Component Content Using Cultivation Conditions

김도현¹, 김소연¹, 하시영¹
Do Hyeon KIM¹, So Yeon KIM¹, Si Young HA¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과

¹Dept. of Environment Materials Science, GyeongSang National University

Cordyceps militaris is a valuable medicinal fungus that produces cordycepin, a bioactive compound with diverse pharmacological properties. This study aimed to enhance cordycepin production by supplementing the cultivation medium with onion peel extract, a sustainable agricultural by-product rich in flavonoids and antioxidant compounds. Using response surface methodology, the effects of extract concentration (1 - 5%), pH (4 - 7), and incubation period (up to 15 days) on mycelial growth, cordycepin yield, and antioxidant activity were systematically evaluated. The results showed that a 3% onion peel extract at pH 5 - 6 on day 12 achieved the highest cordycepin concentration (0.827 mg/L), representing a 19% increase compared to the control, while prolonged cultivation reduced cordycepin levels due to degradation and metabolic stress. Among the deep learning models, XGBoost demonstrated the highest performance with a cross-validated Q^2 of 0.9087 and an R^2 of 0.9544, satisfying all statistical requirements for reliability. SHAP analysis identified light wavelength and carbon/nitrogen ratio as the most influential factors in cordycepin biosynthesis. The developed GUI enables end-users to input cultivation conditions and receive immediate predictions, facilitating data-driven decision-making. This approach offers a scalable and interpretable framework for optimizing bioactive compound production in edible fungi, with potential application in smart bioprocessing and precision fermentation.

Dialdehyde TEMPO 산화 셀룰로오스 나노섬유를 활용한 PVA/키토산 복합 필름 제조 및 특성
Preparation and Properties of PVA/chitosan Composite Films Reinforced and Crosslinked
with Dialdehyde TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibrils

진주원¹, 조승우¹, 문해찬¹, 전동석¹, 한송이², 권구중², 반디 라즈쿠마², 다디갈라 라마크리슈나², 이승환^{1,2}
Ju-Won JIN¹, Seung-Woo CHO¹, Hae-Chan MOON¹, Dong-Suk JEON¹, Song-Yi HAN², Gu-Joong KWON², Rajkumar BANDI², Ramakrishna DADIGALA², Seung-Hwan LEE^{1,2}

¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 산림과학연구소

¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University, ²Institute of Forest Science, Kangwon National University

Dialdehyde TEMPO-oxidized cellulose nanofibrils (DATOCNF) were employed as both a reinforcing agent and chemical crosslinker in poly(vinyl alcohol)/chitosan (PVA/Ch) composite films. Incorporation of DATOCNF (0.5 - 2.0 phr) significantly improved tensile strength, reaching 115.49 MPa at 1.0 phr—1.51 times higher than the control—while reducing elongation at break. DATOCNF-containing films showed lower water uptake and higher weight retention than control films after 24 h immersion, and retained structural stability under acidic and alkaline conditions. UV - Vis spectra revealed reduced transmittance in the UV region alongside over 80% transmittance at 600 nm, indicating effective UV-shielding with good transparency. A distinct absorption at 320 nm, assigned to the $n - \pi^*$ transition, together with FT-IR and XPS analyses, confirmed the presence of Schiff base and hemiacetal linkages. These results highlight the dual function of DATOCNF in enhancing mechanical performance, durability, and optical properties, establishing it as an effective bio-based component for high-performance PVA/Ch composite films.

Acknowledgement: This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(No. RS-2018-NR031068 and RS-2021-NR059094).

소나무의 효소 가수분해 촉진을 위한 mild KOH 전처리 및 회수된 액체 폐기물의 식물 성장 효과
Mild KOH Pretreatment to Enhance Enzymatic Hydrolysis of Pine with Liquid Waste
Recovery for Plant Growth

김소연¹, 김도현¹, 하시영¹

So Yeon KIM¹, Do Hyeon KIM¹, Si Young HA¹

¹경상국립대학교 환경재료과학과

¹Dept. of Environment Materials Science, GyeongSang National University

Alkaline pretreatment can effectively remove lignin and significantly increase enzymatic hydrolysis efficiency of lignocellulosic biomass. Sodium hydroxide (NaOH) is the common alkali for treating lignocellulose. However, a large quantity of liquid waste generated in the NaOH pretreatment process is hard to be removed. In this context, this work employed KOH for treating pine wood chip and explored the feasibility of recovering liquid waste for plant fertilization due to the existence of potassium (K) and nitrogen (N) elements in liquid waste. With response surface methodology, an optimum pretreatment condition, which was 2% w/v KOH at room temperature for 24 h was achieved. Enzymatic digestibility of KOH-treated pine wood chip could attain 75.49%, which was 12.55% higher than that of NaOH-treated pine wood chip under the same conditions. The glucose yield could be further increased to 83.1% with the addition of 1% Tween-80. Meanwhile, the liquid waste showed significant enhancement in the length and biomass yield of three vegetable crops. KOH pretreatment is a promising greenway for cellulosic ethanol production by recycling liquid waste as value-added fertilizer.

바이오 기반 가교제를 이용한 CMCNF 하이드로겔의 제조 및 특성 평가
Production and Characterization of CMCNF Hydrogels Crosslinked with Bio-Based Crosslinker

신준호¹, 조영민¹, 김한희², 한근우¹, 정승오¹, 곽효원^{1,2*}, 최인규^{1,2*}

Junho SHIN¹, Youngmin CHO¹, Hanhee KIM², Geunwoo HAN¹, Seungoh JUNG¹,

Hyo Won KWAK^{1,2}, In-Gyu CHOI^{1,2*}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농생명과학연구원

¹Dept. of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,

²Research Institute of Agriculture and Life Science, Seoul National University

셀룰로오스는 지구상에서 가장 풍부한 천연 고분자로서 구조적 다공성·생분해성·무독성을 겸비해 차세대 친환경 소재 플랫폼으로 주목받고 있다. 그중 음전하를 도입한 Carboxymethyl Cellulose Nanofibril (CMCNF)은 높은 표면적과 다중 수소결합 네트워크 형성 능력 덕분에 바이오잉크, 스마트 센서, 전해질 매트릭스, 조직 공학 스캐폴드 등 다양한 응용 가능성을 지니지만, 물리적 네트워크에만 의존할 경우 기계적 강도와 구조 안정성이 부족하고 고습 환경에서 붕괴가 될 가능성이 높다. 본 연구에서는 바이오 기반 가교제를 도입해 이러한 한계를 극복하고자 하였다. 줄참나무 목분을 NaClO₂ 처리하여 잔류 리그닌을 제거한 뒤, 알칼리 추출로 헤미셀룰로오스를 분리하고, 이를 NaIO₄ 산화로 다이알데하이드 헤미셀룰로오스(Dialdehyde Hemicellulose, DAH)로 전환하였다. DAH는 친환경 합성 경로와 다수의 알데하이드기를 지니 잔류 독성이 낮고, CMCNF와 아세트알 결함을 통해 화학적 가교망을 형성할 잠재력이 크다. 하이드로겔은 2 wt % CMCNF 현탁액을 -20 °C에서 동결해 구조체를 만든 뒤, citric acid 0.5 M - DAH(0 - 100 wt %, dry CMCNF 기준) 수용액에 침지하여 제조하였다. 형성된 겔의 화학구조는 FT-IR, XPS로, 기계적 특성은 UTM 압축시험으로, 네트워크 안정성은 팽윤 시험으로 평가하였다. 본 연구는 DAH 농도(0 - 100 wt %)에 따른 기계적 물성 변화를 규명함으로써, 저독성·저에너지 조건에서 제조 가능한 CMCNF 하이드로겔의 설계 원리를 제시하고, 친환경 고기능 하이드로겔 플랫폼 개발에 기여하고자 한다.

사사: This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT). (RS-2025-00520585).

<전시-P-47*>

머신러닝 알고리즘을 활용한 탄탄화 참나무 칩의 가스 흡착 예측
Prediction of Gas Adsorption in Torrefied Wood Chips Using Machine Learning Algorithms

김현철¹, 하시영¹, 양재경¹
Hyeon Cheol KIM¹, Si Young HA¹, Jae-Kyung YANG¹
¹경상국립대학교 환경재료과학과

¹Dept. of Environmental Materials Science, Institute of Agriculture & Life Science,
Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Republic of Korea

This research employed artificial intelligence approaches to optimize gas absorption capabilities of thermally modified oak particles for food preservation applications. Oak biomass underwent thermal treatment at 350°C for 20 minutes, yielding three distinct particle classifications (< 1 mm, < 2 mm, < 4 mm). An experimental dataset comprising 39 data points incorporated 8 input parameters (particle dimensions, processed wood ratio, commercial additive content, bulk density, true density, porosity, total material content, and final bulk density) alongside 2 response variables (VOC and ethylene capture rates). Dataset expansion methods addressed sample size limitations. Three computational algorithms were evaluated: Random Forest (RF), Extreme Gradient Boosting (XGBoost), and Support Vector Regression (SVR). Model validation utilized R^2 , RMSE, and MAE metrics. Findings revealed compound-specific prediction patterns. For ethylene capture, SVR exhibited optimal performance ($R^2 = 0.934$, RMSE = 5.06, MAE = 1.997), surpassing XGBoost ($R^2 = 0.926$) and RF ($R^2 = 0.879$). For VOC capture, RF achieved highest accuracy ($R^2 = 0.962$, RMSE = 1.11, MAE = 0.845), outperforming SVR ($R^2 = 0.931$) and XGBoost ($R^2 = 0.911$). Statistical analysis demonstrated positive correlation between processed wood content and ethylene absorption ($r = 0.43$), while porosity exhibited negative correlation ($r = -0.76$), suggesting optimal pore structure requirements for efficient gas retention. This investigation validates computational intelligence effectiveness for predicting gas capture performance and establishes practical frameworks for developing thermally treated wood-based preservation technologies.

<전시-P-48*>

과초산 증기 처리 공정을 이용한 내장용 반투명 베니어 제조 기술 연구
Steam-Assisted Peracetic Acid Treatment toward the Development of Translucent Veneer
for Interior Applications

심지연¹, 김병호¹, 유용태¹, 고현준¹, 박세영^{1*}
Ji-Yeon SIM¹, Byeongho KIM¹, Yongtae YU¹, Hyunjun KO¹, Se-Yeong PARK^{1*}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과

¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University

본 연구는 건축재, 자동차, 스마트 기기 등 다양한 분야에 적용 가능한 내장용 반투명(translucent) 베니어를 제조하는 것을 목적으로 수행되었다. 이를 위해 과초산(Peracetic acid, PAA) 용액을 이용하여 우드 베니어의 탈리그닌화를 침지 처리와 증기 처리 방식으로 비교·분석하였다. 기존 침지 방식은 목재 섬유유의 직접적 손상, 리그닌 분리의 한계, 그리고 사용된 PAA의 회수 및 재사용의 어려움이 존재한다. 이에 본 연구에서는 PAA 증기 처리 방식을 이용하여 리그닌 제거를 유도하였으며, 이에 따른 공정 효율성과 섬유 손상 정도를 관찰하였다. 또한 기초 성분 분석 및 FT-IR 측정을 통해 탈리그닌 처리 베니어의 변화를 관찰하였고, 고분자 함침에 따른 반투명 베니어의 구조적 변화 및 광학적 특성을 SEM, UV-Vis, Haze meter 등의 다양한 분석 장비를 이용하여 구명하였다.

실험 결과, 증기 처리만으로도 침지 처리와 동등한 수준의 탈리그닌 효과를 얻을 수 있었으며, 동시에 섬유 손상이 현저히 감소함을 확인하였다. 또한, 탈리그닌 처리 후 투명성을 부여하기 위해 대표적인 투명 고분자인 에폭시 수지를 진공 감압 방식으로 함침하여 반투명 베니어를 제조한 결과, 처리 시간의 조절을 통해 목재 고유의 무늬 및 색상을 유지하면서도 투명성을 점진적으로 향상시킬 수 있었다. 특징적으로 Haze 값의 변화는 크지 않았으나, 투과도 값의 증가는 확인할 수 있었다. 이러한 반투명 베니어는 거주용, 사무용 공간의 조명 소재로의 적용에 적합할 것으로 판단된다.

향후 연구에서는 증기 처리 과정에서 생성되는 리그닌 분해 산물의 회수 공정을 단계적으로 적용하고, PAA 용액의 처리 가능 시간 및 과산화수소 첨가에 따른 재사용 가능성을 종합적으로 평가하고자 한다.

연구 사사: 본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단(중견연구)의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. RS-2024-00450686).

<전시-P-49*>

건축물 외피 물성 변화에 따른 도시 미기후 반응 및 열섬 완화 가능성 평가
Impact of Building Envelope Properties on Urban Microclimate and
Heat Island Mitigation Potential

남지희¹, 박진영¹, 김수민¹

Jihee NAM¹, Jinyoung PARK¹, Sumin KIM¹

¹연세대학교, 건축공학과

¹Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Yonsei University

도시 열섬 현상은 기후변화와 맞물려 점차 심각한 환경문제로 대두되고 있으며, 건축물 외피는 재료별로 고유한 일사 흡수·방출 특성과 열적 거동을 가진다. 특히 건축물이 밀집된 도시 지역에서는 외피의 축열과 방열 과정이 대규모로 발생하여 도시 미기후 형성에 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 본 연구는 건축물 외피 재료 변화가 실제 도시 미기후에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하기 위해 서울 종로구 가회동 북촌 한옥밀집지를 대상으로 분석을 수행하였다. 현장 표면온도 측정을 기반으로 ENVI-met 시뮬레이션 모델(150 m × 150 m, 높이 15 m)을 검증하였으며, 하지(2024년 6월 21일) 일몰 전후(16 - 20시)에 보행자 높이(1.8 m)에서 잠재온도(Potential air temperature)와 보편적 열기후지수(Universal Thermal Climate Index, UTCI)를 평가하였다. 그 결과, 한옥 외피(황토 벽체·기와 지붕)는 16시 기준 최대온도 27.24 °C를 나타냈으며, 동일 조건을 콘크리트 외피로 전환할 경우 29.08 °C로 상승하였다. UTCI 또한 각각 34.49 °C와 36.18 °C를 기록하여 체감온도에서도 유의한 차이가 확인되었다. 일몰 이후 한옥 외피는 최대 3.55 °C의 온도 저감 효과를 보인 반면, 콘크리트 외피는 1.29 °C에 그쳐 열 방출이 지연되는 특성을 나타냈다. 이러한 결과는 건축물 외피의 열적 특성이 도시 미기후와 보행자 열쾌적성에 직접적인 영향을 미치며, 도시 열섬 완화에 기여할 수 있음을 시사한다.

<전시-P-50*>

노후 건축물 에너지 성능개선을 위한 CLT 외피 적용 시 접합부 열교 해석 및 에너지 평가
Impact of Thermal Bridges on Energy Performance in
CLT Envelope Retrofits of Aging Buildings

박지훈¹, 강성택¹, 김수민¹

Ji Hun PARK¹, Seong Taek KANG¹, Sumin KIM¹

¹연세대학교, 건축공학과

¹Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Yonsei University

국내 건축물의 탄소중립 달성을 위해서는 노후 건축물의 에너지 성능 개선이 중요한 과제로 부각되고 있다. 노후 건축물은 과거의 단열 기준과 기밀 시공 수준에 머물러 있어 현재의 건축물 에너지 기준을 충족하지 못하며, 과도한 냉난방 에너지를 소비하고 있다. 따라서 외피와 설비의 개선을 포함한 종합적 보강이 요구되며, 그중 패시브 기법으로서 목구조 외피는 탄소중립 달성과 단기간 시공이 가능한 대안으로 주목받는다. 그러나 접합부 열교가 적절히 고려되지 않을 경우, 목구조 패널 적용에 따른 성능개선 효과가 실제보다 과대평가되는 한계가 존재한다. 본 연구는 인천에 위치한 노후 어린이집을 대상으로 CLT 패널을 적용한 외피 보강 전략을 수립하였다. 기존 외벽의 열적 취약부와 기밀 결함을 현장 조사로 확인한 후, DesignBuilder를 이용하여 건물 에너지 해석 모델을 구축하였다. 동시에 ISO 10211 기준에 따라 Physibel TRISCO를 활용하여 벽-바닥, 벽-지붕, 코너부 등 주요 접합부의 열교 특성을 정밀하게 분석하였으며, 이를 통해 산출된 선형 열관류율과 내부 표면온도지수를 건물 에너지 모델에 반영하는 절차를 제안하였다. 분석 결과, 접합부 열교를 고려하지 않을 경우 난방 부하 절감 효과가 약 15~20% 과대평가되는 것으로 나타났으며, 이는 건물 에너지 성능 평가의 신뢰성을 저해할 수 있음을 확인하였다. 따라서 본 연구는 단순한 단열 보강을 넘어 접합부 열교를 통합적으로 반영하는 해석 체계의 필요성을 제시하며, 이를 통해 CLT 외피 성능개선의 평가 신뢰성을 확보할 수 있음을 보여준다. 이러한 접근은 향후 국내 건축물 성능개선 지침 및 정책 수립에 기초 자료로 활용될 수 있다.

목조건축 기반 저층 주거지 전환을 통한 도시 열섬 완화 및 탄소 저감
Urban Heat Island Mitigation and Carbon Reduction through Timber-Based Transformation
of Low-Rise Residential Areas

박진영¹, 장성진², 김수민¹

Jinyoung PARK¹, Seong Jin CHANG², Sumin KIM¹

¹연세대학교 건축공학과, ²경상대학교 인테리어재료공학과

¹Dept. of Architecture and Architectural Engineering, Yonsei University

²Dept. of Interior Materials Engineering, Gyeongsang National University

도시 열섬 현상은 고밀도 저층 주거지에서 심화되고 있으며, 노후화된 콘크리트 및 조적조 건물 외피는 낮은 단열성과 높은 열용량으로 인해 여름철 표면온도를 상승시키고, 이는 거주 쾌적성과 에너지 소비를 동시에 악화시킨다. 본 연구는 서울 중랑구의 가로주택정비 사업지를 대상으로, 기존 노후 단지를 목조건축 기반의 가로주택정비사업 모델로 전환하는 시나리오를 제시하고 열환경 및 탄소 성능을 정량적으로 평가하였다. ENVI-met 시뮬레이션 결과, 기존 조적조 단지(ALT1)에 비해 목조 전환 시나리오(ALT4)는 평균복사온도(MRT)를 최대 3.6 °C, 실제 체감온도(PET)를 7.8 °C 저감시켜 열쾌적성을 현저히 개선하였다. 또한 DesignBuilder 기반 건물에너지 및 LCA 분석에서는 외벽을 목재로 전환할 경우 연간 냉·난방 부하가 28.5% 감소하고, 운영 탄소배출량이 33% 절감되는 것으로 나타났다. 더불어 목재 사용에 따른 내재탄소 저장 효과를 반영하면 전체 생애주기 단계에서 약 30% 이상의 탄소 저감 효과가 도출되었다. 본 연구는 저층 주거지를 목조건축으로 전환하는 것이 도시 열섬 완화와 탄소중립 목표 달성에 실질적으로 기여할 수 있음을 실증적으로 제시한다.

특히 가로주택정비사업과 연계된 목조 단지 설계는 국토부·LH의 소규모 정비 정책과 산림청 목재 활성화 계획에 부합하는 현실적 대안으로서, 향후 도시 재생과 탄소중립형 주거지 구성에 중요한 시사점을 제공한다.

진달래 가지 Pilot scale 추출물 및 Taxifolin glycoside, Taxifolin aglycone의
근육 손실 및 근육 위축 개선 효능 평가
Evaluation of Pilot Scale Extract of *Rhododendron mucronulatum* Branch, and Taxifolin
Glycoside and Taxifolin Aglycone for Muscle Loss and Atrophy Improvement

이현서¹, 장현두¹, 안다현¹, 김태희^{2,3}, 권예은^{2,3}, 김민석², 김승대³, 최선은^{1,2,*}

Hyun Seo LEE¹, Hyeon Du JANG¹, Da Hyeon AN¹, Tae Hee KIM^{2,3}, Ye Eun KWON^{2,3},

MinSeok KIM², Seungdai KIM³, Sun Eun CHOI^{1,2,*}

¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²(주)닥터오레고닌, ³남부대학교 AI생체부품소재공학과

¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University,

²Dr.Oregonin Inc., ³Dept. of AI Biological parts Materials Engineering, Nambu University

골격근은 노화에 따라 기능이 저하되며, 이러한 변화는 근감소증으로 이어진다. 근감소증은 낙상과 골절의 위험뿐 아니라, 고혈당증, 비알콜성 지방간, 심혈관 및 신장 질환, 암 등 다양한 만성질환과 연관되어 공중보건의 중요한 과제로 인식되고 있다. 한편, 진달래는 민간의학에서 호흡기 질환, 통증, 출혈, 염증의 치료에 사용되어 왔으며, 선행연구를 통해 항산화, 항염, 항암, 항세포사멸, 항아토피, 항탈모 등 다양한 활성이 보고되었다. 그러나 근감소증과 관련된 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 근육세포주 C2C12를 이용하여 진달래 가지 50% 주정 pilot scale 추출물(RMB), 진달래의 지표물질로 알려진 Taxifolin glycoside(Tax-G)와 Taxifolin aglycone(Tax-A)의 근육 손실 및 위축에 대한 효과를 확인하고자 하였다. 특히, H₂O₂ 및 Dexamethasone(DEX)으로 유도한 apoptosis 및 근 위축에 대한 효과를 중점적으로 평가하고자 하였다. 시험물질의 세포독성 평가를 통해, 최고 처리 농도를 RMB 200 µg/mL, Tax-G 100 µg/mL, Tax-A 50 µg/mL로 설정하여 실험을 진행하였다. H₂O₂로 유도한 세포사멸 평가 결과, RMB, Tax-G, Tax-A를 최고 농도로 처리했을 때 세포사멸률은 H₂O₂ 처리군 대비 RMB가 24.7±7.1%, Tax-G가 25.5±3.4%, Tax-A가 41.1±3.5% 감소하였다. 근위축 개선 효과 평가 결과, 근관세포의 직경은 DEX 처리 시 70.3±8.1% 감소하였으며, 시험물질 처리 시 최고 처리 농도에서 DEX 처리군 대비 직경 증가율은 RMB 206.3±25.7%, Tax-G 186.1±20.4%, Tax-A 215.0±29.9%로 우수한 근위축 개선 효과를 보였다. 본 연구 결과, 국내 자생 진달래 가지 추출물과 Tax-G, Tax-A는 근육 손실 및 위축 개선에 있어 우수한 활성을 나타내었다. 특히, Tax-G는 배당체 화합물로서 체내 안전성과 흡수율이 높아 약물 개발에 유리하며, 진달래 추출물에 다량으로 존재하여 개발 가치가 크다. 이러한 결과는 진달래 유래 폴리페놀 화합물이 근감소증 관련 기능성 원료로서 높은 잠재력을 지니며, 향후 근력 개선 건강기능성 소재 및 근육 개선 천연 의약품의 개발에 활용될 가능성을 시사한다.

사사 : 본 연구는 중소벤처기업부의 2023년도 창업성장기술개발사업[팁스 프로그램, (RS-2023-00222349)], 과학기술 사업화진흥원 [COMPA, (RS-2024-00417542)], 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(RS-2023-KF002 424)과 한국연구재단 4단계 BK21 사업(목질소재산업의 4차산업 대응전략팀)의 지원을 받아 수행된 연구임.

표고버섯 원목 폐배지 유래 폴리스타이렌 분해 미생물 분리
Isolation of Polystyrene-Degrading Microorganisms Derived from Waste Mushroom
(*Lentinula edodes*) Media

이성민¹, 고현준¹
Sungmin LEE¹, Hyunjun KO¹
¹강원대학교 산림바이오소재공학과

¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University

Polystyrene (PS)은 포장재, 일회용 용기, 단열재 등 다양한 분야에서 광범위하게 사용되는 석유계 플라스틱으로 탄소-수소 고분자 사슬에 페닐기가 결합된 화학적으로 매우 안정적인 구조를 가져 생분해가 매우 어려운 합성 고분자 중 하나이다. PS가 생분해되기 위해서는 산소와 같은 전기음성도가 큰 원자의 삽입이 이루어져야 하지만 탄소-수소 간의 강력한 공유 결합과 효소가 쉽게 작용할 수 있는 관능기의 부재로 인해 생분해가 매우 어렵다.

표고버섯(*Lentinula edodes*)은 대표적인 백색부후균으로 약 150 종류의 산화환원 효소(laccase, manganese peroxidase 등)를 통해 리그닌에 산소를 삽입하는 기능을 가지며, 이는 리그닌과 구조적으로 유사한 PS의 생분해에 활용될 수 있음을 시사한다.

본 연구에서는 참나무로 제작된 표고버섯 폐배지 잔해물에 PS 필름을 설치, 3개월 동안 안치하여 폐배지에 잔존하는 미생물에 의한 PS의 생분해 가능성을 확인하였다. 회수한 필름의 물 접촉각, FT-IR, SEM-EDS 등의 물리·화학적 분석을 통해 PS 필름의 생분해 정도를 확인한 결과, 친수성 증가 및 수산기의 삽입, 표면의 균열 등의 생분해 증거를 확인할 수 있었다. 나아가, 해당 시료의 16s RNA 서열 분석을 통해 해당 환경에서 PS 분해에 작용하는 미생물들의 군집을 파악하였다.

본 연구는, 표고버섯 폐배지에서 PS의 분해가 가능한 미생물을 분리할 수 있음을 입증하였으며, 추후 연구에서는 미생물들의 단일 분리를 진행하여 PS 분해 특정 미생물을 동정하고 해당 종에 대한 유전체 및 전사체 분석을 통해 특정 효소를 규명하고자 한다.

사사: 이 논문은 2024년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 [바이오·의료기술개발사업]의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2024-00445145)

분리대두단백(SPI)-리그닌 접착제의 경화 특성 분석
Curing Characteristics of SPI Adhesives with Demethylated Lignin

조윤지¹, 양봉숙¹, 강규영^{1*}
Yunji CHO¹, Bong Suk YANG¹, Kyu-Young KANG^{1*}
¹동국대학교 바이오환경과학과

¹Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk University

단백질 기반 접착제는 친환경성이 높지만 물에 대한 안정성이 낮다. 본 연구는 분리대두단백(SPI)에 탈메틸화 리그닌(DML)을 첨가하여 경화 특성과 내수성 향상 가능성을 평가하고자 하였다. 리그닌의 유도체화 정도는 겔 투과 크로마토그래피(GPC)로 분자량과 분산도를 확인하고, Folin-Ciocalteu 법으로 총페놀성 함량(TPC)을 측정하였다. 화학 구조와 상호작용 변화는 FT-IR로 작용기 신호의 이동과 강도 변화를, NMR로 메톡시 감소와 페놀성 수산기 증가 및 단백질과의 결합 흔적을 비교하였다. 접착제의 열적 거동은 TGA와 DTG로 분해 개시와 주요 분해 구간, 탄화 잔류물 형성을 평가하였다. 주사 전자현미경(SEM)을 통해 파단면 관찰로 기공과 균열, 상분리 양상, 표면 치밀화를 비교하였다. 이들 화학 지표와 열 및 구조 지표의 관계를 함께 해석하여 조성 변화에 따른 경화의 진행과 네트워크 발달을 비교하였다. 연구 결과, 페놀성 수산기 증가와 적절한 분자량 분포가 상호작용을 강화하고 열적 안정성과 미세구조를 개선하는 경향을 확인하였으며, 바이오 기반 접착제의 내수성 향상을 위한 최적 조건 탐색의 기초자료로 활용 가능할 것으로 판단된다.

사사 : 본 연구는 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(No. RS-2023-00253580)이며 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구(No. RS-2023-00245542)임

한국산 비자나무 정유의 비교 특성: 수율, 이화학적 특성 및 화학조성
Comparative Characterisation of *Torreya nucifera* Essential Oils: Yield, Physiochemical Properties, and Chemical Profiles from Four Populations in South Korea

박찬주¹, 김나현¹, 박미진^{1*}

Chanjoo PARK¹, Nahyun KIM¹, Mi-Jin PARK^{1*}

¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 임산소재연구과

¹Materials Division, Forest Products and Industry Department, National Institute of Forest Science, Seoul 02455, Republic of Korea

Torreya nucifera (Taxaceae) is an evergreen conifer endemic to East Asia and a potential bioresource for functional applications. This study compared the physicochemical properties, yield, and chemical composition of *T. nucifera* leaf essential oils obtained in March 2025 from four natural populations in South Korea (Jinju, Hwasun, Jeju: Hannam, and Jeju: Geum Oreum). Relative density (0.8481 - 0.8650g/ml) and refractive index (1.4807 - 1.4833) of *T. nucifera* oils varied significantly across regions, whereas there was no significant differences in oil colour (L^* , a^* , b^*). Oil yields ranged from 0.58% to 1.33% dry weight, with Jinju exhibiting the highest yield, although regional differences were not statistically significant except between Jeju sites. Gas chromatography - mass spectrometry (GC - MS) identified 38 volatile compounds, representing 94.47 - 98.73% of total oils. *T. nucifera* oils consisted of monoterpenes (64.45 - 88.83%) and sesquiterpenes (6.95 - 33.49%), with limonene, α -pinene, and 3-carene as major constituents. Oils from Jeju: Geum Oreum differed markedly, containing higher sesquiterpenes (33.49%) and unique components such as δ -cedrol and 3-octanol. These findings demonstrate that the origin of *T. nucifera* significantly affects physiochemical properties and chemical profiles, providing insights into their potential commercial utilisation in the food and pharmaceutical industries.

*This study was conducted with the support of R&D Program for Forest Science Technology (FP0701-2021-01-2025 and RS-2024-00403260). The essential oils used in this study was obtained from the Essential oils Bank at NIFoS (Seoul, South Korea).

고형 바이오연료 연소재의 환원제 첨가에 따른 6가크로뮴 함량 저감 분석
Analysis of Hexavalent Chromium Reduction in Solid Biofuel Ash by Reductant Addition

박범휘^{1,2}, 한규성¹

Beom-Hwi PARK^{1,2}, Gyu-Seong HAN¹

¹충북대학교 임산공학과, ²(주)대덕분석기술연구원

¹Dept. of Forest Products, Chungbuk National University,

²Daedeok Analytical Research Institute

본 연구에서는 고형 바이오연료 연소재에 환원제인 황산철(FeSO_4)과 황산주석(SnSO_4)을 첨가하여 6가 크로뮴 저감 효과를 평가하였다. 크로뮴은 일반적으로 3가 상태로 존재하지만, Na, K, Ca 염과 혼합된 상태에서 고온에 노출되면 6가로 전환될 수 있다. 국제암연구소(IARC)는 6가 크로뮴 화합물을 1군 발암 물질로 분류하고 있으며, 세포 내 환원 과정에서 활성산소종(ROS)을 생성하여 DNA 손상, 염색체 이상 및 세포사멸을 유발하는 것으로 알려져 있다. 또한 6가 크로뮴은 높은 수용성과 이동성을 가지므로 토양 및 지하수 오염을 일으킬 가능성이 크다. 따라서 환경 중 6가 크로뮴의 전환 억제 및 환원 제어는 중요한 과제로 인식되고 있다. 실험은 고형 바이오연료를 815°C에서 연소하여 재를 제조한 뒤, 시료 내 총 크로뮴 함량을 유도결합 플라즈마 질량분석법(ICP-MS)으로 분석하였다. 이후 생성된 연소재에 대해 연료 대비 0.5, 1, 2, 5, 10%의 비율로 환원제를 첨가하고, 폐기물공정시험기준에 따라 자외선·가시광 분광법을 적용하여 6가 크로뮴 농도를 정량적으로 평가하였다. 황산철과 황산주석의 첨가에 따라 연소재 내 6가 크로뮴 농도가 유의미하게 감소하였다. 본 연구는 고형 바이오연료 연소재의 안전한 처리 및 환경오염 저감을 위해 적절한 환원제 적용 기준을 제시하였다.

고형 바이오연료의 슬래깅·파울링 억제를 위한 회용점 개선 방안: 첨가제 조성 효과
Improvement of Ash Fusion Temperature for Slagging and Fouling Mitigation in Solid Biofuels: Effects of Additive Composition

임진솔¹, 한규성²

Jin-Sol LIM^{1,2}, Gyu-Seong HAN²

¹충북대학교 대학원 임산공학과, ²충북대학교 목재종이학과

¹Dept. of Department of Forest Products, Graduate School of Chungbuk University,

²Dept. of Wood & Paper Science Chungbuk National University

기후변화 대응과 탈화석연료 흐름에 따라 바이오매스 연료의 활용이 확대되고 있으나, 연소 시 회용점이 낮은 회분으로 인해 발생하는 슬래깅 및 파울링 문제는 보일러 운전 안정성을 저해하는 주요 요인으로 지적되고 있다. 본 연구는 고형 바이오매스 연료의 회용점 특성을 개선하기 위해 CaO, MgO, SiO₂의 함량을 조절하는 방안을 모색하였다. 모든 시료는 5회 반복 실험으로 측정하여 평균값과 표준편차를 산출하였으며, 회용점 평가는 변형온도(Deformation Temperature, DT)를 기준으로 하였다. 조제 시료의 회성분은 WD-XRF로 분석하였고, 분석된 산화물 조성으로부터 B/A 비율, DIX, f_{CMK}, f_{pH} 지수를 산출하여 슬래깅 및 파울링 경향을 비교하였다. 연구 결과, 첨가제 혼입에 따라 염기성 산화물(CaO, MgO) 비율이 증가하면서 B/A 값이 상승하였고, 이에 따라 DT가 전반적으로 향상되는 경향을 나타냈다. 특히 3% 첨가 조건에서 가장 뚜렷한 개선 효과가 확인되었으며, 5% 첨가 시 일부 시료에서는 회성분 불균형으로 인해 개선 효과가 둔화되는 양상이 나타났다. 본 연구는 고형 바이오연료의 안정적 연소 및 보일러 운전에서 있어 첨가제 혼입을 통한 회용점 제어 가능성을 제시하였다.

핵심어: 목재펠릿, 바이오 고형연료, 슬러지 연료탄, 회용점, 산화칼슘, 산화마그네슘, 이산화규소, 슬래깅, 파울링

바이오매스 반탄화 수율 및 발열량 예측을 위한 머신러닝 기반 GUI 시뮬레이터 적용
Application of a Machine Learning-Based GUI Simulator for Predicting Biomass Torrefaction Yield and Heating Value

박선용¹, 양지욱¹, 김성열¹, 황교정¹, 이재정¹, 이남희¹, 안지은¹, 유선화¹

Sunyong PARK¹, Jiwook YANG¹, Sungyeol KIM¹, Kyojung HWANG¹, Jaeyung LEE¹,

Namhee LEE¹, Ji-Eun AN¹, Sun-Hwa RYU¹

¹국립산림과학원 임산소재연구과

¹Division of Forest Industrial Materials, National Institute of Forest Science

본 연구는 바이오매스 반탄화 공정에서의 수율 및 발열량 예측을 위해 아홉 가지 머신러닝 회귀 모델을 체계적으로 비교하였다. 실험 데이터를 원본 입력 변수와 파생 특징으로 확장하여 활용하였으며, 비교 대상은 선형, 앙상블, 부스팅, 커널 기반 접근법을 포함한다. 엄격한 이상치 제거 및 하이퍼파라미터 최적화를 거친 결과, CatBoost와 히스토그램 기반 그래디언트 부스팅(HGBR)과 같은 부스팅 계열 모델이 가장 높은 예측 정확도와 일반화 성능($R^2 > 0.85$) 및 최소 RMSE를 달성하였다. SHAP 분석을 통해 탄소, 고정탄소, H/C 및 O/C 비율이 핵심 예측 변수임이 일관되게 확인되었으며, 변수 중요도는 최적화 전후로 안정적으로 유지되었다. Random Forest와 ExtraTrees 역시 우수한 성능을 보였으나 정확도는 다소 낮았고, RBF 커널 기반 SVM은 예측력과 해석 가능성 모두에서 한계를 보였다. 하이퍼파라미터 최적화는 과적합을 완화했지만 테스트 정확도나 변수 순위에는 큰 영향을 주지 않았다. 최적 모델을 기반으로 구축한 GUI 시뮬레이터는 외부 검증에서 높은 신뢰성을 보여, 수율($R^2 = 0.9759$, 오차 0.89 - 10.8%p)과 발열량($R^2 = 0.8629$, 오차 0.07 - 1.78 MJ/kg) 모두에서 안정적인 성능을 입증하였다. 이러한 결과는 CatBoost가 반탄화 예측에 가장 효과적이고 해석 가능한 모델임을 보여주며, 실제 응용을 위해서는 적절한 모델 선택이 핵심적임을 강조한다.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FP0700-2022-01-2025))의 지원을 받아 수행되었습니다.

상압 무기촉매 전처리를 통한 급속수열 처리 잔사 내 셀룰로오스의 선택적 분리
Atmospheric Inorganic Catalyst Pretreatment for Selective Cellulose Separation from
Supercritical Water-Treated Biomass Residues

반태인¹, 장수경¹, 유원재¹, 권재경¹, 전상진¹

Tae-In BAN¹, Soo-Kyeong JANG¹, Wonjae YOUE¹, Jaegyong GWON¹, Sangjin CHUN¹

¹국립산림과학원 임산소재연구과

¹Forest Industrial Materials Division, National Institute of Forest Science

리그닌은 재생 가능한 고부가가치 바이오매스 자원으로써 고분자 소재, 바이오연료, 화학공업 원료 등으로 활용 가능하므로, 리그닌을 선추출하기 위한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다. 그러나 목질계 바이오매스 내에서 리그닌은 셀룰로오스 및 헤미셀룰로오스와 복잡하게 연결되어 있어, 고순도의 리그닌을 회수하기 위해 일반적으로 고온·고압 및 다량의 촉매가 투입되는 반응 조건이 요구된다. 본 연구에서는 기존의 가혹한 반응 조건 대신 무기촉매를 이용한 상압 전처리를 통해 급속수열 처리 잔사 내 셀룰로오스 성분을 분리하여 리그닌의 순도 향상을 도모하였다. 무기촉매로는 $ZnCl_2$, $KMnO_4$, H_2O_2 를 사용하였으며, 전처리 후 잔류 고형물 분석을 통해 각 조건의 리그닌의 함량과 셀룰로오스의 제거 효율을 확인하였다. $KMnO_4$ 와 H_2O_2 를 사용한 경우는 유의미한 수준의 셀룰로오스 감소가 발생하지 않았으나, $ZnCl_2$ 조건에서는 기존 함량 대비 약 98.2%의 리그닌은 잔존한 반면, 셀룰로오스 함량은 약 5.8% 감소하였다. 본 연구 결과를 통해 $ZnCl_2$ 기반의 전처리가 급속수열 처리 잔사 유래 고순도 리그닌의 확보 및 후속공정에서 리그닌의 활용성을 높이는데 기여할 것으로 사료된다.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FP0701-2025-01-2025) 및 산림청 특정연구과제(RS-2024-004003384-2025)의 지원을 받아 이루어졌습니다.

아세틸화에 의한 리그닌의 페놀성 수산기 변화와 기능성 분석
Changes in Phenolic Hydroxyl Groups of Lignin by Acetylation and Its Functional Analysis

주은선^{1,2}, 이재원^{1,2*}

Eun-Sun JOO^{1,2}, Jae-Won LEE^{1,2}

¹전남대학교 임산공학과, ²전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공

¹Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University, ²Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University

리그닌은 방향족 고리, 페놀, 케톤, 에테르 등 다양한 작용기가 결합된 3차원 고분자 구조를 지니고 있어 광범위한 자외선 흡수 능력을 나타낸다. 기존의 상용 자외선 차단제에 포함된 화학물질은 피부 세정 후 하천이나 해양으로 유입되어 잔류성 오염 물질로 작용하며, 폐수 처리 과정에서도 제거가 어려워 해양 생태계에 악영향을 끼친다. 이에 비해 리그닌은 천연 고분자로서 생분해성이 우수하여 지속적인 오염이나 생물 축적을 일으키지 않는 환경친화적 자외선 차단 소재이다. 특히, 리그닌의 페놀성 수산기 함량은 자외선 흡수 및 항산화 성능에 직접적인 영향을 미친다. 본 연구에서는 낙엽송과 유칼립투스에서 추출한 울가노솔브 리그닌을 이용하여, 아세틸화 리그닌 간의 페놀성 수산기 함량 차이에 따른 구조적 변화를 비교하고자 하였다. 아세틸화 반응은 리그닌의 페놀성 수산기를 화학적으로 변형시켜 친핵성 치환을 통해 에스터 결합(-O-COCH₃)을 형성시키며, 이는 리그닌의 기능적 특성을 변화시킨다. 이에 따라 GPC, FTIR, NMR을 통한 구조적 변화를 분석하고, 자외선 차단 특성 등 기능성 평가를 수행하여 선택적 소재로서의 적용 가능성을 분석하였다.

사사: 이 논문은 2025년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022M3J5A108524221)

<전시-P-61>

리그닌 열분해 오일 내 저분자화 산물의 선택적 분리를 위한 분획 공정 설계
Design of Fractionation Process for Selective Separation of Low-Molecular Weight Compounds in Lignin Pyrolysis Oil

김중화¹, 이재익¹, 최용희¹, 조해민¹, 최준호¹, 김호용^{1*}
Jonghwa KIM¹, Jaeik LEE¹, Yong Hui CHOI¹, Hae Min JO¹, June-Ho CHOI¹, Hoyong KIM^{1*}
¹한국화학연구원 바이오화학연구센터

¹Center for Bio-based Chemistry, Korea Research Institute of Chemical Technology

본 연구에서는 리그닌 열분해 오일 내 저분자화 산물(monomer, dimer)의 선택적 분리를 위한 열분해 오일 분획 공정을 설계하고 분획 공정에서 저분자화 산물 분리 거동을 평가하였다. 당 유래산물 및 유기산을 우선적으로 분리하기 위해 1차적으로 증류수를 이용하여 분획 공정을 실시하였고, 이후 다이클로로메테인을 이용하여 리그닌 유래 저분자화 산물을 선택적으로 추출하였다. 그 결과 증류수 분획부에서 당 유래산물 뿐만 아니라 극성을 지닌 리그닌 유래 저분자화 산물(phenol, catechol 등)이 다량 추출되었으며 다이클로로메테인을 통한 추가 추출을 통해 오일 내 저분자화 산물을 추가적으로 분리할 수 있었다. 추출 후 남은 잔사는 분자량이 약 1500으로 저분자화 산물이 제거되어 높은 분자량을 보였다. 또한 저분자화 산물의 구조적 특성을 활용하고자 저분자화 산물의 항산화제로써 활용 가능성을 평가하였다.

사사: This work was supported by R&D Program for Forest Science Technology (RS-2024-00403384) provided by Korea Forest Service (Korea Forestry Promotion Institute) and the Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT, Korea) project (KS2542-10).

<전시-P-62>

질소-인 기능화 리그닌 나노입자의 구조적·열적 특성 분석
Structural and Thermal Insights into Nitrogen/Phosphorus Functionalized Lignin Nanoparticles as Flame Retardants

김채은¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 김서진¹, 임효승¹, 김선경¹,
서다은¹, 신동호¹, 곽효원^{1,2}, 최인규^{1,2}
Chaeun KIM¹, Sangwoo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Sejin KIM¹,
Hyoseung LIM¹, Seon-Gyeong KIM¹, Dawoon SEO¹, Dongho SHIN¹, Hyo Won KWAK^{1,2}, In-Gyu CHOI^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부 환경재료과학전공, ²서울대학교 농업생명과학연구원
¹Dept. of Agriculture, Forestry and Bioresources, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University, ²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

This work explores the structural and thermal evolution of lignin nanoparticles functionalized with nitrogen and phosphorus for potential flame-retardant use. Nitrogen groups were incorporated onto the lignin backbone *via* a Mannich reaction with diethylenetriamine, followed by phosphorylation through reaction with phytic acid, a renewable phosphorus source. The sequentially modified lignin was transformed into well-dispersed nanoparticles, displaying uniform particle size and colloidal stability in aqueous media. Chemical and structural analyses verified the incorporation of N and P functionalities, while thermal analyses revealed enhanced char formation and improved thermal resistance compared to pristine lignin. The dual-modification strategy is expected to contribute to both condensed-phase stabilization through carbonization and gas-phase flame inhibition via phosphorus-derived volatiles. These findings highlight the effectiveness of combined nitrogen and phosphorus functionalization in tailoring lignin's structural and thermal behavior, establishing a promising platform for bio-derived flame-retardant additives applicable to polymers and lignocellulosic composites.

리그닌 기반 하이브리드 흡착제를 이용한 팔라듐 회수
Palladium Recovery Using Lignin-Based Hybrid Adsorbents

서다운¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 김서진¹, 임효승¹, 김선경¹,
김채은¹, 신동호¹, 최인규^{1,2}, 곽효원^{1,2}

Dawoon SEO¹, Samgwoo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Seojin KIM¹,
Hyoseung LIM¹, Seon-Gyeong KIM¹, Chaeun KIM¹, Dongho SHIN¹, In-Hyu CHOI^{1,2}, Hyo Won KWAK^{1,2}
¹서울대학교 농림생물자원학부 환경재료과학전공, ²서울대학교 농업생명과학연구원

¹Dept. of Agriculture, Forestry and Bioresources, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul
National University, ²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

Palladium (Pd) is a precious metal utilized in various industrial fields, including semiconductors and catalysts. In this study, we developed a sustainable and eco-friendly Pd recovery adsorbent using hemicellulose and lignin, the main components of wood biomass. Lignin was modified to introduce primary amine groups via 2-chloroethylamine hydrochloride. Xylan, a component of hemicellulose, was oxidized with sodium periodate to synthesize dialdehyde xylan (DAX). The resulting DAX forms a hybrid network capable of adsorbing Pd(II) under acidic conditions when combined with aminated lignin and polyethyleneimine (PEI). The structure and chemical interactions of the synthesized adsorbent were characterized using FTIR, XPS, and zeta potential analysis, while the Pd adsorption capacity was quantified via ICP-AES. Preliminary experiments confirmed that crosslinking based on the aldehyde-amine reaction enables efficient Pd adsorption. This study demonstrates the potential for high-value metal recovery and eco-friendly resource recycling using lignin-based biomass.

산불피해목 기반 친환경 수처리 소재 개발
Development of Eco-Friendly Water Treatment Materials Using Wildfire-Damaged Wood

김혜빈¹, 고현준^{1*}

Hyebin KIM¹, Hyunjun KO^{1*}

¹강원대학교 산림바이오소재공학과

¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University

최근 산업화 및 도시화로 인해 중금속, 합성염료, 유기화합물 등 다양한 오염원이 수계에 유입되면서 수질오염이 심각한 환경 문제로 대두되고 있다. 수질오염은 단순 수계에 국한되지 않고 토양으로의 2차 오염을 통해 농작물 생장 억제와 생태계 교란 등의 광범위한 영향을 미친다. 이에 따라 환경친화적이고 재생가능한 소재 기반의 수처리 기술 개발이 요구되고 있다.

본 연구에서는 이러한 수질오염을 개선하기 위해 산불피해목의 탄화부를 활용하여 친환경 유해물질 흡착소재를 개발하고자 한다. 선행 연구 결과, 산불피해목 탄화부는 다공성 구조와 높은 탄소 함량, 큰 비표면적을 가져 수처리 소재로 널리 사용되는 상용 활성탄과 유사한 물리·화학적 특성을 보이는 것을 확인하였다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 Congo red, Methylene blue를 모델 오염물질로 선정하여 산불피해목의 유해물질 흡착 효율을 검증하였다. 나아가 산불피해목 탄화부의 회수 어려움으로 인한 낮은 재사용성을 보완하기 위해 sodium alginate 기반의 기반 비즈를 제작하였으며, 비즈의 흡착능 및 안정성 향상을 위해 carboxymethyl cellulose, carboxymethyl levan을 혼합, 최적의 비즈 제조 조건을 도출하였다. 연구 결과, 제조된 산불피해목 기반 친환경 수처리 비즈는 활성탄보다 모델 오염물질 제거 효과가 우수하였으며, 재사용에도 성능을 유지하는 것을 확인하였다. 이는 산불피해목의 환경자원화를 통한 지속가능한 수처리 소재 개발 가능성을 제시한다.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업'(RS-2024-00402624)'의 지원을 받아 수행된 연구임.

KOH 활성화 처리에 따른 바이오매스 초임계 부산물의 특성 분석
Effect of KOH Activation on the Characteristics of Solid Residues from Supercritical Water Hydrolysis of Woody Biomass

양지욱¹, 김성열¹, 박선용¹, 박정빈¹, 안지은¹, 이남희¹, 이재정¹, 황교정¹, 유선화¹
Jiwook YANG¹, Sungyeol KIM¹, Sunyong PARK¹, Jeonbeen Park¹, Ji-Eun AN¹, Namhee LEE¹,
Jaejung LEE¹, Kyojung, HWANG¹, Sun-Hwa RYU¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과

¹Division of Forest Industrial Materials, National Institute of Forest Science

에너지 저장 장치와 환경 흡착제 등과 같은 다공성 탄소 소재는 다양한 분야에서 그 수요가 꾸준히 증가하고 있다. 기존 석유계 전구체 기반 제조 공정은 안정화, 탄화, 흑연화와 같은 고온 열처리 및 높은 에너지 소비 수반과 환경적 부담이 크게 지적되고 있다. 이에 따라 재생 가능하고 화석연료 의존도를 낮출 수 있는 친환경적인 대안으로 바이오매스 전환 기술이 주목받고 있다. 초임계수 당화 공정은 물을 초임계 상태로 도달시켜 산과 유사한 성질을 이용함으로써 바이오매스를 빠르고 효율적으로 가수분해할 수 있는 방법이다. 이 공정은 산이나 효소 첨가가 필요 없고 반응 시간이 짧다는 장점이 있다. 그러나 반응 후에는 리그닌과 불완전 분해물이 농축된 고체 부산물이 다량 발생한다. 이러한 부산물은 낮은 비표면적과 구조적 불균일성으로 인해 활용도가 낮아 공정 경제성을 저해하는 요인으로 지적되어 왔다. 그럼에도 불구하고 리그닌 함량이 높아 탄소 전구체로 전환할 잠재력이 있으며, 최근에는 이를 고부가가치 소재로 활용하기 위한 연구가 활발히 제기되고 있다. 본 연구에서는 바이오매스 초임계수 당화 부산물을 대상으로 KOH 활성화를 적용하고, 처리에 따른 물리화학적 변화를 분석하고, 부산물의 활용성과 다공성 탄소 소재로의 전환 가능성을 검토하고자 하였다.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FP0700-2022-01-2025)의 지원을 받아 수행되었습니다.

나노셀룰로오스 복합 코팅제의 수확 후 과일 보존성 향상 연구
Evaluation of Nanocellulose Coatings for Improving Postharvest Fruit Preservation

이단비¹, 우칭린², 피카 데이비드³
Danbee LEE¹, Qinglin WU², David H. PICHA³
¹강원대학교 산림환경과학대학 종이소재과학 전공, ²루이지애나 주립대 자연자원전공
³루이지애나 나주립대 원예학과

¹Dept. of Paper Science & Engineering, Kangwon National University, ²School of Renewable Natural Resources, Louisiana State University, ³School of Plant, Environmental and Soil Sciences, Louisiana State University

The substantial economic losses caused by postharvest fruit loss due to their perishable nature and susceptibility to decay emphasize the urgency of developing packaging techniques. Sustainable and functionalized bio-based packaging materials would mitigate postharvest losses while aligning with prevailing environmental considerations. Bio-based edible coatings form a gas barrier on the fruit surfaces that alternate the internal atmosphere and mitigate the senescence and deterioration of postharvest fruits. Renewable natural resources such as cellulose, chitosan, sodium alginate, and essential oils have been widely used for coating applications due to their sustainability, biodegradability, and functionality. Various bio-based edible coatings have been developed for preserving the postharvest qualities of several fruits like strawberry, fig, peach, and blueberry. Sustainable nanomaterials such as cellulose nanocrystals (CNCs), cellulose nanofibers (CNFs), and chitosan nanofibers (ChNFs) were blended with sodium alginate (SA) as a stabilizer incorporating antimicrobial materials essential oils (EOs) to make coating suspensions with different formulations. The prepared suspensions were spray coated on the fruit surfaces. Strawberry treated with the SA/BCNCs/ChNFs/OEO coating, including bagasse CNC (BCNC), ChNF, SA, and oregano EO (OEO) had only 10.8% weight loss without microbial contamination after nine days of storage. In contrast, uncoated and bagasse CNCs coated strawberries had more than 37.0% and 28.6% weight loss and fungi infection detected. These results suggest that coating barrier led to substantial modifications on the surface atmosphere of fruits, contributing to delay moisture loss, oxidation, and senescence. Thus, bio-based coatings have a high potential for application as edible coatings for extending the shelf life of fruits.

상용 효소 기반 검토를 통한 산림유전자원 유래 포름산 탈수소효소의 이산화탄소 전환 탐색
Exploration of Carbon Dioxide Conversion by Forest Genetic Resource-Derived
Formate Dehydrogenase Based on a Commercial Enzyme Study

김성열¹, 양지욱¹, 박선용¹, 안지은¹, 이남희¹, 황교정¹, 이재정¹, 유선화¹
Sungyeol KIM¹, Jiwook YANG¹, Sunyong PARK¹, Ji-Eun AN¹,
Namhee LEE¹, Kyojung HWANG¹, Jaejung LEE¹, Sun-Hwa RYU¹
¹국립산림과학원 임산소재연구과

¹Division of Forest Industrial Materials, National Institute of Forest Science

기후변화 대응을 위한 CCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage) 기술 중, 효소를 활용한 생물전
기화학적 전환은 CO₂ 를 유기산으로 전환할 수 있는 유망한 방법으로 주목받고 있다. 본 연구에서는 먼
저 Megazyme사의 상용 포름산 탈수소효소(Formate dehydrogenase, FDH, reference code: E-FDHCB)
를 활용하여 CO₂ 전환 조건을 검토하고, 이를 토대로 산림유전자원 유래 재조합 FDH(PsFDH)를 적용
하였다. 재조합 PsFDH는 실험 기간 동안 안정적인 활성을 유지하였으며, 연속 운전 과정에서 12시간까
지 포름산 농도가 점진적으로 증가하여 약 0.17 mM에 도달한 후 28시간까지 비교적 안정적인 수준을
유지하였다. 또한 효소 단백질량 및 주입량 변화에 따른 생성량 차이는 크지 않아, 조효소 재생과 전기
화학적 조건이 전환 효율의 주요 요인임을 시사하였다. 본 연구는 산림유전자원 유래 효소를 실제 생물
전기화학 시스템에 적용하여 CO₂ 전환 가능성을 확인한 사례로, 향후 반응 조건 최적화와 시스템 개선
을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FP0700-2022-01-2025)의 지원을 받아 수행되었습니다.

버섯부산물 기반 키토산 생산을 위한 *Saccharomyces cerevisiae* 유래 키틴 탈아세틸화 효소의
Escherichia coli 발현 시스템 구축
Expression of Chitin Deacetylase from *Saccharomyces cerevisiae* in *Escherichia coli* for
Chitosan Production from Mushroom Byproducts

이상준¹, 고현준^{1,*}
Sangjun LEE¹, Hyunjun KO^{1,*}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과

¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University

키틴은 셀룰로오스에 이어 두 번째로 풍부한 생체고분자로 갑각류 및 균류의 세포벽을 구성하고 있다. 키틴
은 글루코사민의 β-1,4 glucosidic bond로 연결되어 있는 구조를 가지고 있으며, 키틴 내 아세틸기가 제거되
어 생성되는 키토산은 키틴보다 뛰어난 생체 적합성, 생분해성, 중금속 및 콜레스테롤 제거, 항균 및 항산화 작
용 등의 생리활성으로 식품, 의약, 포장재 산업 등에 널리 활용되고 있다. 현재 생산되는 키토산은 갑각류 외피
를 주원료로 하고 있으며 추출 공정에서 수산화나트륨, 산과 같은 용매가 사용되고, 고온 조건에서 반응이 수
반되어 대량의 에너지 소모와 환경오염 및 부산물 발생의 우려가 제기되고 있다.

키틴 탈아세틸화 효소(Chitin deacetylase, EC 3.5.1.41)는 키틴 내 아세틸그룹의 에스터 결합을 절단하여 키토
산과 아세트산으로 나누는 반응을 촉매하는 효소로, 자연에서 곤충 및 균류에 널리 존재하는 것으로 알려져 있
다. 진균인 *Saccharomyces cerevisiae*는 2종의 효율적인 키틴 탈아세틸화 효소(ScCDA1, ScCDA2)를 생산하는
데, 현재까지 이들 효소를 대량 생산하기 위해서 진균 단백질 발현시스템을 이용하고 있으며, 원핵생물 기반
발현 사례가 매우 드물다. 원핵생물 기반의 단백질 발현 시스템은 진균 시스템 대비 빠른 세포 성장, 높은 발
현 수준, 낮은 생산 비용 등 여러 장점이 있어 재조합 키틴 탈아세틸화 효소의 생산 효율성과 경제성을 확보할
수 있을 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 원핵생물인 *Escherichia coli*를 발현 숙주로 하여 재조합
ScCDA1 생산 시스템을 구축하고자 하였다. 목적 효소의 수용성 발현율을 높이기 위해 융합태그로써 탄수화물
결합모듈66(carbohydrate binding module 66, CBM66)을 도입하였으며, 발현 최적화 및 친화성 크로마토그래
피를 통해 효소를 정제하고 정제 효소의 기능 분석을 통해 ScCDA1 생산 시스템을 구축하였다. 본 연구를 통
해 구축된 시스템은 버섯 폐배지와 같은 부산물로부터 효율적이고 친환경적인 키토산 생산에 활용될 수 있을
것으로 기대된다.

사사 : 본 연구성과물은 2024년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.
RS-2024-00465443)

금-팔라듐 Core-Shell 이중금속 나노입자가 고정된 TEMPO 산화
셀룰로오스 나노섬유 복합체 제조 및 Peroxidase 특성 평가
Fabrication of TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibril Supported Au-Pd
Bimetallic Nanozyme and Exploring its Peroxidase Activity

전동석¹, 조승우¹, 진주원¹, 문해찬¹, 한송이², 반디 라즈쿠마², 다디갈라 라마크리슈나², 권구중², 이승환^{1,2}
Dong-suk JEON¹, Seung-Woo CHO¹, Ju-Won JIN¹, Hae-Chan MOON¹, Song-Yi HAN², Rajkumar
BANDI², Ramakrishna DADIGALA², Gu-Joong KWON², Seung-Hwan LEE^{1,2}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 산림과학연구소

¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University, ²Institute of Forest Science, Kangwon National University

In this study, Au - Pd core - shell bimetallic nanozymes were in situ grown on TEMPO-oxidized cellulose nanofibrils (TOCNF) and their peroxidase-mimicking activity was evaluated using 3,3',5,5'-tetramethylbenzidine (TMB) as the substrate. Morphological analysis confirmed a core - shell structure with distinct Au cores and Pd shells on the nanofibril surface. The nanoparticles, with an average diameter of 21.73 ± 5.34 nm, demonstrated excellent dispersion. XPS analysis showed the successful reduction of Au(III) to Au(0) and Pd(II) to Pd(0), while FT-IR indicated that the carboxyl and hydroxyl groups of TOCNF participated in stabilization. Peroxidase activity study revealed the highest activity with optimal conditions determined as pH 4, 25 °C, 30 min, 0.045 mg/mL of nanozyme, 0.7 mM TMB and 1.4 mM H₂O₂. Further, radical scavenging experiments revealed the involvement of ·OH and ¹O₂ in the enzyme-mimicking activity. The synergetic effect of Au-Pd core-shell structure and the robust nanocellulose support highlights the potential of this nanozyme for advanced applications in catalysis and biosensing.

Acknowledgment: This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(No. RS-2018-NR031068, and RS-2021-NR059094).

TEMPO 산화 셀룰로오스 나노섬유와 디알데히드 셀룰로오스가 PVA/전분 필름에 미치는 영향
Impact of TEMPO-Oxidized Cellulose Nanofibrils and Dialdehyde Cellulose on the Properties
of PVA/Starch Films

조승우¹, 진주원¹, 문해찬¹, 전동석¹, 한송이², 권구중², 반디 라즈쿠마², 다디갈라 라마크리슈나², 이승환^{1,2}
Seung-Woo CHO¹, Ju-Won JIN¹, Hae-Chan MOON¹, Dong-Suk JEON¹, Song-Yi HAN²,
Gu-Joong KWON², Rajkumar BANDI², Ramakrishna DADIGALA², Seung-Hwan LEE^{1,2}
¹강원대학교 산림바이오소재공학과, ²강원대학교 산림과학연구소

¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University,

²Institute of Forest Science, Kangwon National University

Growing concerns over plastic pollution have accelerated the search for biodegradable alternatives such as poly(vinyl alcohol) (PVA) and starch-based packaging materials. However, the practical use of PVA/starch films is hindered by poor mechanical strength and high moisture sensitivity. In this study, TEMPO-oxidized cellulose nanofibrils (TOCNF) were introduced as reinforcing agents, while water-soluble dialdehyde cellulose (sDAC) served as a chemical crosslinker for PVA/starch films. The resulting films were systematically characterized, and FT-IR analysis confirmed the formation of covalent crosslinks. Increasing the cellulose content enhanced tensile strength but reduced elongation at break, indicating improved stiffness. Moreover, the crosslinking effect conferred greater resistance to moisture absorption. These results demonstrate that combining TOCNF reinforcement with sDAC crosslinking is an effective strategy to improve the performance and durability of PVA/starch films, highlighting their potential as sustainable packaging materials.

Acknowledgment: This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(No. RS-2018-NR031068, and RS-2021-NR059094).

인산화 셀룰로오스 나노섬유 기반 에어로겔의 난연·단열 특성 증대를 위한
미이용 산림 바이오매스 유래 다공성 활성탄소 복합화
Fabrication of Flame-Retardant and Thermally Insulating Cellulose Aerogels from
Phosphorylated CNFs and Activated Carbon

류희수¹, 조재민², 구본욱^{1*}

Heesu YOO¹, Jaemin JO², Bonwook KOO¹

¹경북대학교 임산공학과, ²경북대학교 농업과학기술연구소

¹Major in Wood & Paper Science, Kyungpook National University,

²Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University

석유계 폴리스티렌 및 폴리우레탄 기반 단열재는 저비용, 경량성, 우수한 단열 성능으로 건설, 군사, 항공 우주 분야에서 널리 사용되어 왔다. 그러나 낮은 재활용성과 폐기 시 발생하는 미세플라스틱으로 인해 환경오염과 인체 위해성이 제기되면서, 이를 대체할 지속 가능하고 친환경적인 단열 소재 개발의 필요성이 커지고 있다. 셀룰로오스 나노섬유(CNF)는 재생 가능한 고분자로, 에어로겔 제조 시 경량성, 높은 다공성, 우수한 단열 성능을 보이나 낮은 기계적 강도와 고유의 가연성으로 인해 실제 응용에는 한계가 따른다. 이러한 한계를 극복하기 위해 최근 탄소나노튜브, 그래핀 옥사이드, MXene 등 다양한 나노필러가 적용되었으나, 제조 과정에서 다량의 유해 화학물질과 에너지가 소모되어 환경친화적 대체 필터 개발이 요구된다. 본 연구에서는 CNF 기반 에어로겔의 난연성과 단열성을 개선하기 위해, 요소 기반 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 를 활용한 인산화 처리를 통해 인산기를 도입하고, 미이용 산림 바이오매스로부터 제조한 활성탄(AC)을 첨가하여 산소 함유 작용기(-OH, -COOH) 부여와 기공률 증대를 수행하였다. 연구 결과, 인산화에 의해 반응성이 향상된 CNF는 활성탄 표면의 산소 작용기와 물리·화학적 결합을 형성하여 기계적 강도를 강화하였다. 또한 활성탄의 높은 기공률은 열전도도를 감소시켜 단열 성능을 향상시켰으며, 연소 과정에서는 조기 형성된 숯층이 가연성 가스 방출을 억제하고 외부 열원을 차단함으로써 난연성을 개선하였다. 결과적으로 본 연구는 폐기·방치되어 환경 문제를 유발하는 미이용 산림 바이오매스를 효율적으로 활용함과 동시에, CNF 기반 에어로겔이 기존 석유계 단열재를 대체할 수 있는 잠재력을 지님을 확인하였다.

닥펄프 천연염색을 통한 오방간색 홍색 구현 및 색상 특성 분석
Implementation and Color Characteristic Analysis of Five Directional Intermediate Red Dyed
on Paper Mulberry Pulp by Natural Dyed

박성원¹, 이유주², 신영우³, 김선우⁴, 김진원², 이상현¹, 최태호²

Seong-Won PARK¹, Yu-Ju LEE², Young-Woo SHIN³, Sun-Woo KIM⁴, Jin-Won KIM²,

Sang-Hyon, LEE³, Tae-Ho CHOI²

¹충북대학교 산학협력단 지류유물보존처리센터, ²충북대학교 목재종이과학과,

³충북대학교 임산공학과 ⁴충북대학교 문화재과학협동과정

¹Conservation and Restoration Center of Paper Heritage, ²Dept. of Wood Paper Science, Chungbuk University,

³Dept of Forest Products, Chungbuk University, ⁴Dept. of Cultral Heritage Science, Chungbuk University

오방간색(五方間色)은 오방정색(청색, 적색, 황색, 백색, 흑색)의 사이에서 만들어지는 녹색, 벽색, 홍색, 유황색, 자색으로 구성되어 있다. 그 중 홍색은 오행으로는 불을 의미하며, 오방정색 중 적색을 바탕으로 백색을 섞은 색상으로 남방간색을 상징하여 과거부터 왕실 예복, 곤룡포 등 고위 신분의 복식과 민화, 불화 등 전통 회화에 사용되었다. 현재 홍색을 제조하기 위한 염료 농도와 매염제에 따른 염착량 및 색상분석에 대한 연구는 진행되었지만 펄프 염색법에 대한 연구는 미비하다. 따라서 본 연구는 닥펄프를 오방간색 중 홍색으로 염색하고 염색 특성을 분석하고자 하였다.

본 연구는 오방간색 중 닥펄프를 홍색으로 천연염색하고 색 특성을 분석하였다. 닥펄프를 선평염(Al, Cu, Fe) 후 소목 단독 염색법과 오배자와 소목을 복합염색하여 후매염(Al)하는 방법으로 평량 60 g/m²으로 수초지를 제조하였다. 색상 측정은 분광광도계(Color-eye 7000A, USA)를 이용하여 L*, a*, b* 및 Munsell H V/C를 측정하였다.

색상 측정 결과, 소목 단독염색보다 오배자 o.w.f(%) 30과 소목 o.w.f(%) 180 조건의 복합염색이 한국 전통표준색을 나타내는 L*, a*, b 및 Munsell H V/C와 차이가 미미하였다.

사사: 본 연구는 국가유산청 및 국립문화유산연구원의 문화유산 스마트 보존, 활용 기술 개발 사업(유기색료의 in-situ 분석, 진단, 열화 예측 기술개발)의 일환(과제번호 2021A01D02-001) 및 정부(과학기술정보통신부, 문화체육관광부)의 재원으로 한국 연구재단(전통문화혁신성장융합연구사업)의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호 2022M3C1C5A02094314).

오방간색 중 녹색 구현을 위한 닥펄프 염색 조건 최적화
Optimization of Paper Mulberry Pulp Dyeing Conditions for Green Color Development among Obang-gan Colors

신영우¹, 이유주², 박성원³, 김선우⁴, 김진원², 이상현³, 최태호²
Young-Woo SHIN¹, Yu-Ju LEE², Seong-Won PARK³, Sun-Woo KIM⁴,
Jin-Won KIM², Sang-Hyon, LEE³, Tae-Ho CHOI²

¹충북대학교 임산공학과, ²충북대학교 목재종이과학과,

³충북대학교 산학협력단 지류유물보존처리센터 ⁴충북대학교 문화재과학협동과정

¹Dept. of Forest Products, Chungbuk University, ²Dept. of Wood Paper Science, Chungbuk University, ³Conservation and Restoration Center of Paper Heritage, ⁴Dept. of Cultrul Heritage Science, Chungbuk University

오방간색은 우리나라 전통 색채 체계인 오방색에서 파생된 중간색으로, 오방색의 상극 관계에서 형성된다. 오방색은 적색, 청색, 황색, 흑색, 백색의 다섯 가지 기본색으로 구성되며, 이들 사이에서 파생된 오방간색에는 홍색, 벽색, 유황색, 녹색, 자색이 있다.

삼국사기, 고려사, 조선왕조실록 등 역사 기록에서도 염색 색상은 주로 오방색 체계를 기반으로 하였음을 확인할 수 있다. Dard Hunter의 저서에서도 한국에서 펄프를 염색하여 종이를 제작하였음을 확인할 수 있다. 그러나 2000년대 이후 닥나무를 이용한 한지 제조에서 펄프 염색법과 관련된 연구는 매우 제한적이다. 따라서 본 연구에서는 오방간색 중 녹색을 구현하기 위해 닥펄프를 천연염색하고, 염색 특성을 분석하고자 하였다.

본 연구는 오방간색 중 녹색 구현을 위해 닥펄프를 천연염색하고 색 특성을 분석하였다. 청대를 기반으로 괴화, 치자, 황벽을 다양한 농도 조건으로 복합염색 하고, 매염제를 첨가하여 펄프를 수조지로 제조하였다. 실험 결과, 청대 O.W.F(%) 360, 괴화 60 조건에서 AI 0.5% 매염했을 때 한국전통표준색의 녹색과 가장 근접한 L*, a*, b*. Munsell H V/C을 나타내었다. 청대 농도와 황색 계열 염제의 비율이 녹색 발현에 중요한 영향을 미친다.

사사: 본 연구는 국가유산청 및 국립문화유산연구원의 문화유산 스마트 보존, 활용 기술 개발 사업(유기색료의 in-situ 분석, 진단, 열화 예측 기술개발)의 일환(과제번호 2021A01D02-001) 및 정부(과학기술정보통신부, 문화체육관광부)의 재원으로 한국 연구재단(전통문화혁신성장융합연구사업)의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호 2022M3C1C5A02094314).

Fe²⁺/Fe³⁺ 전구체를 활용한 소나무 수피 바이오차의 자기화:
Fe₃O₄ 비율에 따른 플루오피람 제거 효율
Magnetization of Pine Bark Biochar Using Fe²⁺/Fe³⁺ Precursors:
Effect of Fe₃O₄ Loading Ratio for Removal of Fluopyram

박윤¹, 이재원^{2,3}
Yoon PARK¹, Jae-Won LEE^{2,3}

¹전남대학교 산학협력단, ²전남대학교 임산공학과, ³전남대학교 IT-Bio 융합시스템전공

¹University Industry Liaison Office of Chonnam National University

²Dept. of Wood Science and Engineering, Chonnam National University

³Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Chonnam National University

피리디닐에틸-벤즈아마이드 살균제인 플루오피람은 흰가루병, 잣빛곰팡이병, 뿌리혹선충 등을 방제하는 살균제 및 선충제로 광범위하게 사용되고 있다. 하지만 높은 반감기(64.2-93.6 일)를 가지고 있어 수질에서 어류의 행동과 생리에 해로운 영향을 미치고 토양 생태계의 미생물 다양성을 변화시켜 토양 생태 건전성을 악화시킨다. 살충제를 제거하는 방법의 하나인 흡착은 기술적 효과와 경제적 효율성이 뛰어나 널리 활용되고 있다. 그중에서도 바이오차는 넓은 표면적, 안정적인 공극 구조, 풍부한 표면 작용기를 가지는 흡착제로서 살충제를 제거하는데 효과적이다. 하지만 오염물질 제거 후 바이오차 회수를 위한 후속 처리 과정에서 바이오차 유출에 따른 2차 오염이 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로, 바이오차 표면에 자성물질을 도포하여 자성을 부여하고 회수 및 세척을 통해 재사용할 수 있는 자성 바이오차에 대한 관심이 증가하고 있다. 자성 바이오차는 다공성 구조와 넓은 비표면적을 가지고 있어 수처리 과정에서 염료, 중금속, 유기화합물과 같은 오염물질에 대한 높은 흡착 용량을 나타낸다. 본 연구에서는 소나무 수피 바이오차에 적합한 Fe₃O₄ 함량을 파악하기 위해 FeSO₄·7H₂O, FeCl₃·6H₂O의 함량을 조절하여 바이오차 표면에 5, 10, 20 wt%의 Fe₃O₄가 생성되도록 비율을 조절하였다. 바이오차와 FeSO₄·7H₂O, FeCl₃·6H₂O를 증류수에 혼합하여 초음파 파쇄 처리 후 pH를 10으로 조절 하고 탈이온수와 에탄올로 세척 후 60℃에 건조하였다. 제조된 자성 바이오차의 특성 분석을 위해 XRD, FTIR, BET 등을 수행하였다. 또한 소나무 수피 자성 바이오차에 대한 플루오피람 흡착 실험을 진행하였다.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 목재자원의 고부가가치 첨단화 기술개발사업(2023483C10-2425-AA0140982119420003)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

ATR-IR 화학량론 모델링을 이용한 미이용 산림 바이오매스 유래
바이오차의 비파괴적 탄소 지표 예측
Non-Destructive Prediction of Carbon Indices in Forest-Residue-Derived Biochar
Using ATR-IR Chemometric Modeling

김예진¹, 황채원², 신해원², 황성욱^{3*}, 구본욱^{2*}

Yejin KIM¹, Chaewon HWANG², Haewon SHIN², Sung-Wook HWANG^{3*}, Bonwook KOO^{2*}

¹경북대학교 임산공학과, ²경북대학교 산림과학.조경학부 임산공학전공, ³경북대학교 농업과학기술연구소

¹Dept. of Wood Science and Technology, Graduate School, Kyungpook National University, ²Major in Wood and Paper Science, School of Forestry, Science and Landscape Architecture, Kyungpook National University, ³Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University

고탄소 함량 및 다공성 구조의 바이오차는 토양 개량, 오염물질 흡착, 에너지 저장, 촉매 담지 등 다양한 환경 응용 분야에 활용되어 탄소중립 실현을 위한 효과적인 탄소 격리 전략으로 주목받고 있다. 바이오차 품질은 탄소 지표(% C, O/C, H/C)분석을 통해 평가할 수 있으나, 기존 원소 분석기를 활용한 원소분석 방법은 시간적, 비용적인 측면 이외에도 분석 시 시료의 파괴가 발생한다는 한계가 있어, 이를 극복하기 위한 효율적 탄소 지표 분석 방법이 필요한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 각 탄화 온도(200, 300, 400°C)에서 생산된 미이용 산림 바이오매스 유래 바이오차 20종의 ATR-IR 스펙트럼을 수집하고, 주성분 분석과 피어슨 상관분석을 통해 원소분석 결과와의 연관성을 규명하여 비 파괴적 원소 함량 예측 모델을 확립하고자 했다. 수집된 ATR-IR 스펙트럼은 L2 정규화로 시료 간 흡광 강도 차이를 보정하고, Savitzky - Golay 필터 기반 2차 미분 처리로 baseline 변동을 제거하여 주요 작용기 피크의 해상도를 향상시켰다. 확립된 예측 모델은 모든 탄소 지표에서 높은 예측 정확도($R^2 > 0.94$)를 확보하였으며, 변수 중요도 분석을 통해 890cm^{-1} (C - O - C), $1600 - 1700\text{cm}^{-1}$ (C=C, C=O) 등 특정 파수대가 탄화 과정의 구조적 변화와 직결되어 탄소 지표 예측에 적합한 파수대임을 규명하였다. Shapiro - Wilk 검정을 통한 잔차 정규성 평가와 studentized residual 기반 이상치 제거를 통해 모델의 신뢰성을 검증하였으며, 이상치 제거 후 RMSEP가 개선되어 모델의 재현성과 실용성이 강화되었다. 이러한 연구 결과는 복잡한 머신러닝 기법에 의존하지 않고도 높은 예측 성능과 해석 가능성을 동시에 달성할 수 있음을 보여주며, 향후 미이용 산림 자원의 효율적 활용과 바이오차 품질평가에 기존 원소 분석기를 활용한 파괴적 분석 방법을 대체할 실용적 분석 방법으로서의 가능성을 확인할 수 있었다.

목질계 바이오매스 추출물 내 알파-펠란드렌 유래 PVC 가소제 개발
Plasticizer for PVC derived from α -phellandrene in Lignocellulosic Biomass Extractives

조영민¹, 조성민², 신준호¹, 김한희³, 한근우¹, 곽효원^{1,3}, 최인규^{1,3*}

Youngmin CHO¹, Seong-Min CHO², Junho SHIN¹, Hanhee KIM², Geunwoo HAN¹, Hyo Won KWAK^{1,3}, In-Gyu CHOI^{1,3*}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²노스캐롤라이나 주립대, ³서울대학교 농생명과학연구원

¹Dept. of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University, ²Dept. of Forest Biomaterials, College of Natural Resources, North Carolina State University, ³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

최초의 고분자 합성 이후, 수많은 종류의 고분자가 합성되어 사용되어왔다. 고분자의 개발과 발전은 인류에 큰 편리함을 가져다주었고, 고분자 화학 분야의 발전에 따라 고분자의 물성을 보완하는 고분자 가소제 분야 또한 성장하여왔다. 고분자 가소제는 고분자 매트릭스에 첨가되어 고분자 사슬 사이의 분자 간 상호 작용을 약화시키고, 용융 온도를 낮추며, 가공성을 향상시킨다. 현재 고분자에 주로 사용되는 가소제는 석유화학 유래 프탈레이트계 물질들이 대부분이다. 이러한 물질들은 용출되는 경우 내분비계 교란 물질로 작용하여 인체에 유해한 영향을 줄 수 있다.

본 연구에서는, 목질계 바이오매스 내 추출물 성분인 모노테르펜의 가소제로서의 활용 가능성을 연구하였다. 먼저, α -phellandrene을 말레산 무수물과 디엘스-알더 반응하여 고리형 구조를 가지는 화합물을 획득하였다. 이후 메탄올과 반응시켜 다이에스터 구조를 갖는 화합물을 얻었고, 최종 화합물의 구조는 NMR 분석을 통해 구명하였다. 가소화 성능을 평가하기 위하여 poly(vinyl chloride) (PVC)와 혼합하여 필름으로 제조하였고, 비교군으로 dimethyl phthalate (DMP)를 PVC와 혼합한 필름을 제조하여 함께 분석을 진행하였다. FT-IR 분석을 통해 각 가소제와 PVC 사슬 간의 상호 작용을 평가하였으며, UTM을 통해 인장강도 및 연신율을, TGA 및 DSC를 통해 열적 특성을 분석하였다.

사사: This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT). (RS-2025-00520585).

낙엽을 이용한 *Pseudomonas* 속 미생물 선별배지 제작
Preparation of a Selective Medium for *Pseudomonas* species Using Fallen Leaves

유용태¹, 고현준^{1*}

Yongtae YU¹, Hyunjun KO^{1*}

¹강원대학교 산림바이오소재공학과

¹Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University

낙엽은 계절적 요인으로 생산되는 미이용 산림바이오매스로, 전국 가로수는 600만 그루에 달하며 매년 1,440만톤의 낙엽이 발생한다. 자연환경에서 낙엽은 퇴비화 과정을 통해 토양 비옥도 향상에 기여하지만, 지표화의 주 연료로 산불 발생을 가속화하고, 도심에서는 하수도 막힘과 홍수 발생의 위험을 초래한다. 현재 낙엽은 주로 매립 및 소각 방식으로 처리되고 있어 2차 환경오염 및 추가적인 시설과 비용이 요구된다. 이에 따라 낙엽 처리의 한계를 보완하고, 고부가가치 자원으로 전환하기 위한 연구가 점차 확대되고 있다.

이전 연구에서는 활엽수재 낙엽 유래 미생물 배양 배지의 가능성을 평가하였다. 그 결과 *Pseudomonas* 속 미생물의 원활한 성장이 확인되었으며, 나아가 낙엽 배지를 기반으로 *Pseudomonas* 속 미생물 유래의 생체고분자의 생산 가능성을 입증하였다. 이는 낙엽 유래 배지가 *Pseudomonas* 속 미생물 성장에 유리한 배지로 기능할 수 있음을 시사한다. 이에 본 연구에서는 5종의 낙엽(소나무, 잣나무, 밤나무, 떡갈나무, 신갈나무)을 확보·분류하여 추출물을 제조해 배지로 조성한 후, 영양배지(LB, lysogeny broth)와 *Pseudomonas* 속 미생물 6종의 성장 특성을 확인하였다. 각 낙엽 추출물의 LC-MS 분석을 통해, *Pseudomonas* 선별에 활용되는 cetrinide 계열 물질이 존재함을 확인하였다. 최종적으로 산림 토양 시료를 낙엽 배지에 도말하여 배양하고, *Pseudomonas* 특이적 유전자를 증폭하여 군집 수준을 확인하였다. 연구 결과, 낙엽 추출물 유래 미생물 배양 배지는 *Pseudomonas* 속 미생물 선별 배지로 활용 가능함을 확인하였으며, 향후 낙엽에서 cetrinide 계열 성분을 분획·정제하여 구조적 특성과 함량을 규명하고자 한다.

사사 : 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업'(RS-2024-00402624)'의 지원을 받아 수행된 연구임.

D 분야

복합재료, 가구인테리어

Wood Composites, Furniture Interior

목재 용접 기술을 활용한 실내 마감재의 오염물질 방출 평가
Pollutant Emission Assessment of Interior Finishing Materials Fabricated
by Wood Welding Technology

박해든¹, 정현우¹, 변지영¹, 장성진¹
Haedeun PARK¹, Hyeonwoo JEONG¹, Jiyoung BYEON¹, Seong Jin CHANG^{1*}

¹경상국립대학교 인테리어재료공학과

¹Dept. of Interior Materials Engineering, Gyeongsang National University

특히 국내 주거 환경에서는 건강한 실내 공기질 확보가 중요한 과제로 부각되고 있으며, 이에 따라 목재의 활용은 더욱 주목받고 있다. 그러나 일부 목질 자재는 총휘발성유기화합물(TVOC) 및 생물기원휘발성유기화합물(BVOC)을 다량 방출하는 문제가 있으며, 접착제를 사용한 목재 마감재는 폼알데하이드(HCHO) 배출이 허용 기준을 초과하는 경우가 많아 실내공기질 악화의 원인이 되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 접착제 사용을 대체할 수 있는 새로운 가공 기술이 필요하다.

본 연구에서는 접착제를 사용하지 않는 목재 용접(Welding) 기술을 적용하여 새로운 형태의 실내 마감재를 개발하고, 그 환경적 성능을 평가하였다. 연구 방법으로는 목재 Welding 기술을 통해 제작한 시편과 접착제를 사용하여 제작한 비교군을 설정하고, 각각의 시편에 대해 TVOC, BVOC, HCHO 방출량을 평가하였다. 방출 특성 평가는 챔버법을 활용하여 수행하였으며, 시험 조건은 실제 실내 사용 환경을 반영하도록 설계하였다. 실험 결과, 목재 Welding 기술을 적용한 시편은 접착제 기반 시편에 비해 TVOC, BVOC, HCHO 방출량이 현저히 낮게 나타났으며, 이는 접착제 사용으로부터 기인하는 주요 오염원을 근본적으로 제거한 결과로 해석된다. 특히 HCHO 배출은 기준치 대비 큰 폭으로 감소하여, 환경적 안전성을 확보할 수 있음을 확인하였다.

본 연구는 목재 Welding 기술이 단순한 접합 기술을 넘어, 친환경 실내 마감재 개발에 효과적으로 적용될 수 있음을 보여준다. Welding 목재는 구조적 신뢰성과 함께 환경적 안전성을 확보할 수 있는 대안적 자재로서, 기존 접착제 기반 자재의 한계를 극복하고 지속가능한 건축 자재 개발에 기여할 수 있다.

4차화 리그닌을 포함한 지속가능한 젤라틴 기반 나노섬유 필름의 활성 식품 포장 응용
Quaternized Lignin Incorporated Sustainable Gelatin-Based Nanofiber Films for Active
Food Packaging Applications

김선경¹, 정승오¹, 김정규¹, 방준식¹, 박상우¹, 김서진¹, 임효승¹, 서다운¹, 김채은¹, 신동호¹, 최인규^{1,2}, 곽효원^{1,2*}
Seon-Gyeong KIM¹, Seungoh JUNG¹, Jungkyu KIM¹, Junsik BANG¹, Sang-Woo PARK¹, Seojin KIM¹, Hyoseung LIM¹, Dawoon SEO¹, Chae-Eun KIM¹, In-Gyu CHOI^{1,2}, Hyo Won KWAK^{1,2*}

¹서울대학교 농림생물자원학부 환경재료과학전공, ²서울대학교 농업생명과학연구원

¹Program in Environmental Materials Science, Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University, ²Research Institute of Agriculture and Life Science, Seoul National University *bk0502@snu.ac.kr

플라스틱 기반 식품 포장재의 환경적 문제가 심화됨에 따라 지속가능한 대체 소재에 대한 관심이 높아지고 있으며, 특히 식품의 신선도 유지와 기능성 부여가 가능한 활성 포장 기술이 주목받고 있다. 리그닌은 항산화, 항균, 자외선 차단 특성을 지닌 풍부한 천연 고분자로, 친환경 소재의 기능성 첨가제로 활용할 수 있는 잠재력이 크다. 본 연구에서는 크라프트 리그닌을 글리시딜트리메틸암모늄 클로라이드(GTMAC)로 개질하여 수용성과 항균 활성을 부여한 양이온성 리그닌(QL)을 합성하였고, 이를 어류 젤라틴(FG) 기반 전기방사 나노섬유에 도입하였다. 합성된 QL은 ³¹P-NMR, FTIR, 원소 분석 등을 통해 구조적 특성을 규명하였으며, 치환 정도에 따라 물리·화학적 성질과 기계적 특성이 변화함을 확인하였다. 또한 전기방사 공정에서 자일로스를 첨가해 마이야르 반응을 유도함으로써 나노섬유의 수분 저항성과 안정성을 향상시켰다. 제조된 FG/QL 나노섬유는 우수한 항산화능과 항균 활성을 나타냈으며, 특히 높은 치환도를 가진 QL이 첨가된 시료는 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)과 대장균(*Escherichia coli*)에 대해 뛰어난 살균 효과를 보였다. 블루베리 저장 실험에서도 FG/QL 나노섬유가 미생물 부패를 억제하여 저장 기간을 연장하는 효과가 입증되었다. 이러한 결과는 양이온성 리그닌을 활용한 FG 기반 나노섬유가 차세대 생분해성 활성 식품 포장재로 적용될 수 있음을 보여준다.

FDM 3D 프린팅 매개변수가 MCC 강화 PLA/PHA/PBAT 삼원 혼합 바이오 복합재의 인장 및 형태학적 특성에 미치는 영향

Effect of FDM 3D Printing Parameters on Tensile and Morphological Properties of MCC-Reinforced PLA/PHA/PBAT Ternary Blended Biocomposites

박상학^{1,2}, 박종인^{1,2}, 김범준^{1,2,*}

Sang-Hak PARK^{1,2}, Jong-In PARK^{1,2}, Birm-June KIM^{1,2,*}

¹국민대학교 임산생명공학과, ²국민대학교 탄소흡수원 특성화 대학원

¹Dept. of Forest Products and Biotechnology, Kookmin University

²Forest Carbon Graduate School, Kookmin University

Fused deposition modeling (FDM) is a representative 3D printing process that uses thermoplastic polymers to fabricate three-dimensional shapes layer by layer. FDM 3D printing can make prototyping easy and low-cost, and product characteristics can be customized through various parameters. Polylactic acid (PLA) is the most widely utilized material in FDM 3D printing, offering good processability and mechanical properties, but low impact resistance and flexibility. One common way to enhance the properties of PLA is to blend it with other polymers. Therefore, we blended the PLA with polyhydroxyalkanoate (PHA), a highly biodegradable and flexible polymer, and polybutylene co-adipate co-terephthalate (PBAT), a highly flexible and biodegradable petroleum-based polymer. Joncryl was also used as a chain extender to improve phase separation between polymers. Additionally, microcrystalline cellulose (MCC) was used as a reinforcing filler due to its biodegradability, good properties, and high aspect ratio. The materials were melt-compounded using a twin-screw extruder and pelletized, then produced into FDM printing filament using a single-screw extruder. Subsequently, the 3D model was converted to G-code through the ideaMaker software, and specimens were fabricated using a 3D printer. To compare the tensile properties of composites based on FDM 3D printing parameters, tests were conducted by setting the print speed (slow : 45 mm/s, fast : 110 mm/s), raster angle (0°, ±45°), and infill density (50%, 100%). The tensile test results showed high strength under conditions of high speed, ±45°, and 100% infill. Scanning electron microscope (SEM) images showed that MCC fillers were well dispersed within the PLA matrix, with PHA and PBAT exhibiting anisotropic dispersion characteristics. This study proposed a method for developing sustainable materials to replace conventional petroleum-based plastics and applying them to the FDM 3D printing process.

PLA/PHA/PBAT 바이오복합재의 산업적 활용 가능성에 관한 연구
Study on the Industrial Potential of PLA/PHA/PBAT Bio-Composites

박종인^{1,2}, 박상학^{1,2}, 김범준^{1,2,*}

Jong-In PARK^{1,2}, Sang-Hak PARK^{1,2}, Birm-June KIM^{1,2,*}

¹국민대학교 임산생명공학과, ²국민대학교 탄소흡수원 특성화 대학원

¹Dept. of Forest Products and Biotechnology, Kookmin University

²Forest Carbon Graduate School, Kookmin University

Recently, severe climate change has increased the emphasis on carbon neutrality, prompting sustained efforts to replace petroleum-based plastics with bioplastics. Plant-derived polylactic acid (PLA), a representative bioplastic, has good mechanical properties. However, the brittleness of PLA limits its application, and various studies are being conducted to improve related properties by blending it with other polymers. In this study, to enhance the properties, polybutylene co-adipate co-terephthalate (PBAT), which is highly biodegradable and flexible, and polyhydroxyalkanoate (PHA), produced by microorganisms were blended with PLA. Also, Joncryl was added as a compatibilizer to prevent phase separation between polymers. Additionally, micro-size reinforcing filler, microcrystalline cellulose (MCC) with a high aspect ratio and high crystallinity was added to the polymer blends to improve the mechanical properties further. All polymers and additives were melt-compounded using a twin-screw extruder and then fabricated into filaments using a single-screw extruder. Afterwards, specimens were produced with the prepared filament and other commercial filaments using a fused deposition modeling (FDM) 3D printer, and then mechanical properties were tested and compared. Printing speed and raster angle were used as parameters in producing 3D printed specimens. PLA/PHA/PBAT bio-composites showed significantly superior impact strength compared to other commercial filaments, with similar or better elongation at break. However, the tensile strength and tensile modulus showed relatively low values. Comparing the manufactured prototypes, the lab-scale fabricated filament has a lighter mass than other commercial filaments, demonstrating its applicability in the plastics industry.

CLT 벽체의 결로 발생 및 상대습도 거동 분석
Analysis of Hygrothermal Performance: Condensation and Relative Humidity Behavior in CLT Wall Assemblies

이소민¹, 이정훈^{1*}
So-Min LEE¹, Jeong-Hun LEE^{1*}
¹충남대학교 환경소재공학과

¹Dept. of Biobased Materials, Chungnam National University

교차적층목재(Cross-Laminated Timber, CLT)는 교차 적층 구조를 통해 높은 강도와 안정성을 확보하며, 우수한 단열성능을 제공하여 에너지 절감형 건축물 구현에 기여할 수 있다. 그러나 목재는 수분에 민감하므로, 외벽체 적용 시 장기 성능 확보를 위한 열·수분 거동에 대한 검토가 필수적이다. 이에 본 연구는 국내 22개 지역을 대상으로 CLT 벽체의 장기 수분안정성을 평가하였다. WUFI Pro를 활용하여 5년간의 열·수분 거동을 시뮬레이션하고 내부 결로, 함습량, 곰팡이 발생 위험을 분석하였다. 단열재는 투습저항 특성이 상이한 글라스울, EPS, XPS를 적용하였으며, 기상데이터는 2000~2019년에 측정된 데이터를 ISO 15927-4:2005 기반으로 한국의 표준 기후 데이터를 생성하여 사용했다. 분석 결과, 글라스울은 대부분 지역에서 안정적이었으며, 목포·흑산도·고산에서 일부 결로가 발생하였다. 반면 EPS와 XPS는 결로 발생 시간이 상대적으로 증가하였으며, 특히 XPS는 대부분 지역에서 상대습도가 80% 이상 유지되어(ISO 13788 기준) 장기적인 곰팡이 위험을 수반한다. DIN 68800 기준에 따른 함습량 평가에서 글라스울은 전 지역에서 안정적이었으나, EPS와 XPS는 다수 지역에서 장기간 임계치(20%)를 초과하였다. 곰팡이 지수 분석 또한 글라스울은 전반적으로 안정적이었으나, EPS는 일부 지역에서만 사용 가능했고, XPS는 전 지역에서 부적합한 것으로 분석되었다. 이는 지역별 연강수량과 드라이빙 레인 강도의 영향에 기인하는 것으로 분석된다. 또한, EPS와 XPS는 높은 투습저항으로 인해 구조체 내부의 수분 배출이 제한되는 반면, 글라스울은 낮은 투습저항으로 투습이 원활하여 상대적으로 안정적인 수분 거동을 보였다. 따라서 CLT 벽체에는 글라스울이 가장 적합하며, EPS와 XPS는 수분 축적과 곰팡이 성장으로 인한 벽체 부패를 유발할 수 있어 부적합하다. 따라서, EPS와 XPS를 목구조 벽체에 적용할 경우에는 장기 내구성과 방수·통기 설계에 관한 연구가 필요하다. 향후 목구조 외피 적용에서는 열관류율과 더불어 습기 거동을 고려한 지역별 성능 기준이 마련되어야 할 것이다.

금속, 유리섬유 및 탄소섬유로 보강된 코르크 보드를 복합한 원목마루판의 치수안정성
The Dimensional Stability of Wood Flooring Compositized with Cork Composite Boards Reinforced with Metal, Glass fiber and Carbon Fiber

고준호¹, 고상훈¹, 김동현¹, 차민성¹, 박한민¹
Jun-Ho GOH¹, Sang-Hun GOH¹, Dong-Heon KIM¹, Min-Seong CHA¹, Han-Min PARK¹
¹경상국립대학교 환경재료학과

¹Dept. of Environmental Material Science, Gyeongsang National University

본 연구에서는 온대산재 및 남양재 원목을 표층재로하고, 금속, 유리섬유, 탄소섬유로 보강한 코르크 보드를 중층에 배열한 코르크 복합 원목마루판의 치수안정성을 평가하였다. 표층재에 따른 코르크 복합 원목마루판의 평균 흡수율은 백합나무(Tu)가 6.1%로 가장 높은 값을 나타내었고, 티크와 멀바우가 4.7%로 가장 낮은 값을 나타내었으며, 밀도가 낮은 온대산재를 배열한 원목마루판보다 남양재에서 낮은 값을 나타내는 것이 확인되었다. 중층보강재는 CM (cork board-metal) 타입이 CG (cork board-glass fiber) 및 CC (cork board-carbon fiber)타입에 비하여 높은 흡수율을 나타내어 밀도에 따른 흡수량의 차이가 확인되었다. 표층 수종에 따른 흡수두께팽창률은 백합나무가 7.2%로 가장 높은 값을, 티크(T)가 3.9%로 가장 낮은 값을 나타내었다. 전반적으로 금속 보강 원목마루판(CM)의 흡수두께팽창률은 유리섬유(CG)와 탄소섬유(CC)에 비하여 금속이 2 - 3배 높은 값을 나타내었다. 금속 보강 원목마루판을 제외한 모든 원목마루판은 목질 마루판에 관한 KS 규격 기준을 충족하는 우수한 치수안정성을 나타내는 것이 확인되었다.

금속, 유리섬유 및 탄소섬유로 보강된 코르크 보드를 복합한 원목마루판의 휨 성능
Bending Performance of Wood Flooring with Cork Composite Boards Reinforced with Metal,
Glass Fiber or Carbon Fiber

고준호¹, 고상훈¹, 김동현¹, 차민성¹, 박한민¹

Jun-Ho GOH¹, Sang-Hun GOH¹, Dong-Heon KIM¹, Min-Seong CHA¹, Han-Min PARK¹

¹경상국립대학교 환경재료과학과

¹Dept. of Environmental Material Science, Gyeongsang National University

본 연구에서는 온대산재 및 남양재 원목을 표층재로하고, 금속, 유리섬유, 탄소섬유로 보강한 코르크 보드를 중층에 배열한 코르크 복합 원목마루판의 휨 성능을 평가하였다. 코르크 복합 원목마루판의 평균 휨 탄성계수는 표층에 멀바우(M)를 배열한 원목마루판에서 가장 높은 값(6.71 GPa)을 나타내었고, 표층에 낙엽송(La)을 배열한 원목마루판에서 가장 낮은 값(5.40 GPa)을 나타내었고, 밀도가 낮은 온대산재를 배열한 원목마루판 보다 남양재에서 높은 값을 나타내는 것이 확인되었다. 중층보강재는 CM(cork board-metal)타입이 CG(cork board-glass fiber) 및 CC(cork board-carbon fiber)타입에 비하여 휨 탄성계수가 높게 나타났으나, 비휨탄성계수는 CG > CC > CM 순으로 나타나 밀도가 낮은 유리섬유와 탄소섬유를 복합하여 보강 효과가 향상된 것이 확인되었다. 원목마루판의 휨 탄성계수 예측치와 실측치의 비는 1.0-1.1로 실측치가 비슷하거나 약간 높은 값을 나타내었다. 코르크 복합 원목마루판의 휨 강도는 표층에 티크를 배열한 것이 가장 높은 값(51.0 MPa)을 나타내었고, 표층에 낙엽송을 배열한 것이 가장 낮은 값(34.9 MPa)을 나타내었다. 비휨강도(specific MOR)는 밀도가 낮은 유리섬유 및 탄소섬유를 보강한 원목마루판이 금속을 보강한 그것에 비하여 20-40% 정도 높은 값을 나타내는 것이 확인되었다.

금속, 유리섬유, 탄소섬유로 보강된 코르크 보드를 복합한 원목마루판의 내수성
Water Resistance of Cork-Heterogeneous Material Composite Boards Reinforced with Metal,
Glass Fiber, and Carbon Fiber

고준호¹, 고상훈¹, 김동현¹, 서주원¹, 박한민¹

Jun-Ho GOH¹, Sang-Hun GOH¹, Dong-Heon KIM¹, Ju-Won SEO¹, Han-Min PARK¹

¹경상국립대학교 환경재료과학과

¹Dept. of Environmental Material Science, Gyeongsang National University

건축 외장재 및 내장재는 건축물의 용도와 사용 환경에 따라 다양한 소재가 사용된다. 최근에는 자원의 재생 가능성과 건물의 에너지 효율뿐만 아니라, 장기간 사용 시의 내구성과 내수성 확보가 중요한 과제로 부각되고 있다. 특히 주거용 건축물에서 바닥재는 습기나 물의 영향을 직접적으로 받을 수 있어, 우수한 내수 성능을 가진 마루판의 개발이 요구된다. 따라서 본 연구는 온대산재인 백합나무와 낙엽송과 남양재인 티크와 멀바우 원목을 표층재로 하고, 금속, 유리섬유, 탄소섬유로 보강한 코르크 보드를 중층에 배열한 코르크 복합 원목마루판의 내수성을 평가하였다. 연구 결과 모든 코르크 복합 원목마루판의 내수 및 준내수 침지 후 접착층에서의 박리는 발생하지 않았고, 박리율이 33% 이하로 규정하는 KS표준 규격에도 충족하는 내수 성능을 보였다. MPU-500 접착제로 적층접착한 코르크 복합 원목마루판은 코르크 보드와 원목 표층 및 합판 하층과의 우수한 접착성능을 보였다. 본 연구를 통해 국내산재의 이용율을 높이고, 국내 건축 내장 바닥재로서의 활용 가능성을 제시하고자한다.

검색어 - 코르크 복합 원목마루판, 내수, 준내수, 침지박리, 박리율

저장안정성과 가격 경쟁력을 갖춘 멜라민계 상온경화형 접착제의 특성 평가
Evaluation of the Properties of a Melamine-Based Room-Temperature Curable Adhesive
with Storage Stability and Cost Competitiveness

이민¹, 박용건¹, 이상민¹, 강은창¹

Min LEE¹, Yonggun PARK¹, Sang-Min LEE¹, Eun-Chang KANG¹

¹국립산림과학원 목재공학연구과

¹Division of Wood Engineering, National Institute of Forest Science (NIFoS)

본 연구에서는 집성재(GLT), 구조용 직교집성판(CLT), 합판적층재(MPP) 등 구조용 공학목재 제조에 적용 가능한 멜라민 기반 상온경화형 접착제를 개발하였다. 기존의 폴리우레탄, 페놀·레조시놀 접착제 대비 가격 경쟁력을 확보하고, 압제시간은 동등하거나 더 짧으며, 저장 안정성은 4주 이상을 목표로 설정하였다. MUF 접착제의 합성은 멜라민, 요소, 폼알데하이드를 기본 원료로 하여 메틸올화 반응을 거친 뒤 진행되었으며, F/(M+U) 몰비는 1.5로 고정하고 멜라민 함량은 20~30%로 조정하였다. 저장 안정성 개선을 위해 다양한 알콜류 첨가제를 검토한 결과, 2~8%의 폴리비닐알콜(PVA)이 가장 효과적이었으며, 특히 멜라민 25%와 완전검화형 PVA 2%를 첨가한 조건에서 저장 안정성이 11주 이상 유지되는 것을 확인하였다. 제조된 접착제는 국산 소나무 단판 및 판재를 사용하여 성능을 평가한 결과, 비내수, 준내수, 내수 접착 모두 KS 기준(0.7 MPa)을 만족하였으며, 수입산 멜라민 수지 및 이소시아네이트 수지와 비교해 동등 이상의 성능을 나타냈다. 또한, 멜라민 및 PVA 함량에 따른 경시변화를 분석한 결과, PVA 종류와 첨가량을 조절함으로써 점도를 제어할 수 있었으며, 낮은 점도는 먼 대 먼 접착에, 높은 점도는 구조적 연결부 접착에 유용할 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서 개발된 MUF 접착제는 가격 경쟁력, 저장 안정성, 접착 성능, 그리고 점도 제어 가능성을 갖춘 차세대 상온경화형 접착제로서 구조용 공학목재 제조에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

냉압(Poly-urethane) 및 열압(MUF) 접착제를 사용한 합판의 기계적 특성 비교
Analysis of Mechanical Properties of Plywood Using Cold-Setting(Poly-Urethane) and Thermo Setting(MUF) Adhesives

최철¹, 정택용², 박하림², 강석구²

Chul CHOI¹, Taek-yong JEONG², Ha-lim PARK², Seog-goo KANG²

¹이건산업(주) 개발전략팀, ²충남대학교 환경소재공학과

¹Development & Strategy team, EAGON Industrial Co., Ltd.,

²Wood-based Composite Materials Lab, College of Agriculture & Life Science, Chungnam University

합판 제조에 사용되는 열경화성 수지인 포르말린계 수지는 사용의 용이성, 경쟁력 있는 단가, 보관의 용이성으로 현재까지 사용되고 있다. 이러한 열압방식의 접착은 Short cycle 생산방식으로써 단시간에 다량의 제품을 생산할 수 있는 장점이 있으나, 열 에너지를 사용하므로 탄소배출 및 고 에너지 소비 문제점과 생산 과정에서 유해물질이 방출되는 문제점이 있다. 냉압 접착제는 열압 접착제 대비 높은 단가와 비교적 낮은 접착성능으로 인하여 사용하지 않았으나, 최근 냉압 접착제의 성능 개선과 가격 경쟁력이 확보되고 친환경성(비포르말린계)에 대한 수요가 높아짐에 따라 냉압 접착제를 적용한 목질판재에 대한 검토가 필요하다. 이에 본 연구에서는 기존의 열압 접착제(Melamine-urea formaldehyde)와 냉압 접착제(Vinyl urethane)를 사용하고 국산 소나무와 낙엽송으로 각각 제조된 합판에 대해 기계적 물성을 측정 및 비교를 통해 냉압 접착제 적용 합판의 가능성을 검토하고자 한다. 본 연구에서 사용된 접착제는 MUF(고형분 55%, 이견산업(주))와 Vinyl Urethane(MPU-500, (주)오공본드)를 사용하였으며, 도포량은 양면 300g/cm²으로 수종은 국산 소나무와 낙엽송을 사용하여 합판 두께는 18mm(9ply)로 제조하였다. MUF 접착제는 냉압 1시간-열압 시간 450초, 단위압력 10±2kgf/cm², 온도 115~120도로 진행하였다. Vinyl Urethane는 냉압 조건으로 1시간, 단위압력 10±2kgf/cm²으로 제조하였다. 제조한 합판으로 KS F 310I(보통합판)/ KS F 3113(구조용합판)에 따른 내수 인장전단 접착력/ 휨 강도/ 휨 탄성계수를 비교 평가하였다.

그 결과, 접착제 2종 및 모든 수종에서 박리 현상은 없었으며, 평균 접착력은 1.0~1.3MPa으로 0.7MPa 기준 이상으로 나타났다. 동일 수종 내 접착제별 통계적 차이는 없으며, 동일 접착제에서 수종간 비교 시 MUF 접착제에서 수종 간 유의미한 차이가 나타났다. 휨 강도는 수종-접착제 상관없이 기준 이상 결과를 나타냈으며, 동일 수종 내 접착제 종류별 통계적 분석에서 소나무만 유의미한 차이가 있었다. 동일 접착제에서 수종 간 비교 시 모두 유의미한 차이가 나타났다. 휨 탄성계수는 모두 기준 이상의 결과를 나타냈으며, 통계적 차이는 휨 강도와 동일하게 낙엽송의 접착제별 비교 시 차이가 없고, 나머지 조건에서는 모두 유의미한 차이가 나타났다. 이에, 냉압 접착제가 기존 열압 접착제와 성능 차이가 없으며, 설비와 작업조건(도포량, 프레스 조건, 접착제 조성 등) 조정을 통해 적용이 가능 할 것으로 사료되며 관련된 추가 연구를 통해 검증이 필요 하다.

본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(RS-2024-00404631)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

대마 속대 미세섬유의 제조방식이 TPS/PBAT 복합 필름의 물리적 특성에 미치는 영향
Effect of Processing Methods of Fibrillated Hemp Fibers on Physical Properties of TPS/PBAT Films

조해민¹, 임연수¹, 정찬덕¹, 김종화¹, 최준호¹, 김호용¹,
Hae-Min JO¹, Yeon-Su LIM¹, Chan-Duck JUNG¹, June-Ho CHOI¹, Ho-Yong KIM¹

¹한국화학연구원 바이오화학실용화센터

¹Center for Bio-based Chemistry, Korea Research Institute of Chemical Technology

PBAT(poly(butylene adipate-co-terephthalate))는 우수한 유연성과 생분해성을 지닌 고분자로, 산업용 폐비화 조건에서 분해될 수 있는 생분해성 플라스틱으로 주목받고 있다. 그러나 강성과 열저항성이 낮고 생산비용이 높기 때문에 바이오 소재로 널리 활용하기에는 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 PBAT에 비교적 저렴한 열가소성 전분(TPS, Thermoplastic starch)을 혼합하여 바이오기반 재료의 비율을 높이고 친환경 복합재료로 활용 가능성을 확대하고 있지만, TPS 함량이 높을수록 복합소재의 인장강도가 감소하는 경향을 보이며 수분 민감성 또한 증가하는 문제점이 보고되고 있다. 따라서 TPS/PBAT 복합소재의 친환경성을 유지하면서도 물리적 특성을 안정적으로 확보할 수 있는 방안 개발이 요구된다.

본 연구에서는 대마 속대 섬유에 순차적 기계적 처리를 가하여 피브릴화를 유도함으로써 바이오매스 유래 섬유상 물성 보강재를 제조하고 TPS/PBAT 필름에 첨가하여 바이오 복합 필름을 제작하였다. 건조 공정으로는 동결건조·분무건조·오븐건조 방법을 적용하여 섬유상 물성 보강재의 형태적 특성을 제어하고 SEM 분석을 통해 그 차이를 확인하였다. 또한 AKD(alkyl ketene dimer)를 활용한 소수화 처리를 통해 수분 민감성을 보완하고 필름 내 고분자와의 분산성을 개선함으로써 TPS/PBAT 복합재의 기계적 특성과 내수성을 동시에 향상시키고자 하였다. 본 연구는 건조 공정 및 소수성 제어가 섬유상 물성 보강재의 특성과 바이오 복합 필름 물성 간의 상관성에 미치는 영향을 밝히고, 바이오소재 함량을 높이면서도 복합재의 성능 향상이 가능함을 확인하였다.

사사 : This work is supported by R&D Program (20017973) of the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE/KEIT, Korea) and the Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT, Korea) project (KS2542-10).

리그노설펜산 용매 분획 특성이 난연 MDF 보드의 물성 및 방염 성능에 미치는 영향
Effect of Solvent-Fractionated Lignosulfonate on the Physical Properties and Flame-Retardant Performance of Medium Density Fiberboard (MDF)

신동호¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 여환명^{1,2}, 최인규^{1,2}, 이윤일³, 최수용³, 김강민³, 황우현³, 곽효원^{1,2*}
Dongho SHIN¹, Sangwoo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Hwanmyeong YEO^{1,2},
In-Gyu CHOI^{1,2}, Yunil LEE³, SooYong CHOI³, KangMin KIM³, Hwang Woo HYUN³, Hyo Won KWAK^{1,2*}

¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원, ³(주)유니드비티플러스

¹Dept. of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University, ²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, ³Unid BTplus Co. Ltd

최근 중밀도섬유판(Medium Density Fiberboard, MDF)은 경제성과 가공성으로 인테리어 내장재에 광범위하게 사용되고 있으나, 화재 시 급격한 연소와 유독 연기 발생으로 안전성에 한계가 있다. 본 연구는 친환경 방염액(flame-retardant solution)을 적용한 난연 MDF를 개발하기 위해, 핵심 성분으로 리그노설펜산(lignosulfonate)을 도입하고 그 용매 분획(solvent fractionation) 특성에 따른 분산 안정성이 난연 성능에 미치는 영향을 체계적으로 규명하고자 하였다.

리그노설펜산은 에탄올(ethanol) 또는 아세톤(acetone)을 단계적으로(예: 20 - 80% v/v) 가하는 분획 침전으로 저분자량/고분자량 분획을 회수하였다. 회수 분획의 분자량 분포는 젤 투과 크로마토그래피(Gel Permeation Chromatography, GPC)로 확인하였고, 수산기 함량은 31P-핵자기공명분광법(31P Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy, 31P-NMR)으로 정량하였다. 또한 동일한 pH와 이온강도 조건에서 제타 전위(Zeta Potential)를 측정하여 분산 시스템의 안정성을 평가하였다. 그 결과, 저분자량 분획은 단위 질량당 음전하 밀도가 높아 제타 전위 절대값이 크게 나타났고, 무기계 난연제와의 혼화성(miscibility)이 우수하여 층 분리 감소 경향을 보였다.

이 층진제를 기반으로 무기·유기계 난연제를 병용한 방염액을 설계하여 목섬유와 혼합 후 핫프레스 공정으로 MDF 보드를 제작하였다. 제작 보드의 기계적·난연 특성은 휨강도(Modulus of Rupture, MOR), 표면밀도시험(Surface Density Test), 연기밀도시험(Smoke Density Test), 45도 연소시험기(45-Degree Flammability Tester)를 통해 평가하였다.

리그닌 기반 탄소 양자점의 친환경 합성 및 특성 분석
Green Synthesis and of Characterization Lignin-Derived Carbon Quantum Dots

김서진¹, 박상우¹, 방준식¹, 김정규¹, 정승오¹, 임효승¹, 김선경¹, 김채은¹, 서다운¹, 최인규^{1,2}, 곽효원^{1,2}
Seojin KIM¹, Sang-Woo PARK¹, Junsik BANG¹, Jungkyu KIM¹, Seungoh JUNG¹, Seon-Gyeong KIM¹,
Chae-eun KIM¹, Dawoon SEO¹, In-Gyu CHOI^{1,2}, Hyo Won KWAK^{1,2}

¹서울대학교 농업생명과학대학 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원

¹Dept. of Agriculture, Forestry and Bioresources, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University, ²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University

Lignin-derived carbon quantum dots (L-CQDs) are emerging as eco-friendly nanomaterials from lignin, a renewable carbon-rich resource, and offer a sustainable alternative to petroleum-based CQDs. With an aromatic backbone and abundant oxygen-containing groups, lignin provides intrinsic chemical advantages while being abundantly available as a kraft pulping byproduct. However, conventional conversion routes often require harsh conditions, limiting sustainability. In this study, L-CQDs were synthesized via a facile, low-temperature, and green thermal process using kraft lignin. The L-CQDs exhibited excellent water dispersibility and colloidal stability, and their structural and optical properties were confirmed by TEM, FTIR, UV - Vis, and photoluminescence spectroscopy. Importantly, they showed selective fluorescence responses to pH changes and heavy metal ions, demonstrating potential for environmental sensing and bio-detection. Furthermore, their antioxidant and UV-shielding abilities suggest applications in sustainable packaging and protective coatings.

줄기와 가지 분말을 사용한 발광 투명 목재: 리그닌 유래 탄소 양자점을 함유하여 자외선 차단 및 단열 기능을 갖춘 스마트 창호 응용

Luminescent Transparent Wood from Stem and Branch Powders Embedded with Lignin-Derived Carbon Quantum Dots for UV Blocking and Thermal Insulation in Smart Window Applications

다오 카 지앙¹, 프라바카², 이동우², 리막심², 송정일^{2*}
Kha Giang DAO¹, M.N PRABHAKAR², Dong-woo LEE², Maksym LI², Jung-il SONG^{2*}

¹국립창원대학교 기계공학과, ²국립창원대학교 DNA+ 연구소

¹Dept. of Mechanical Engineering, Changwon National University,

²DNA+ Research Center, Changwon National University

Transparent wood composites (TWC) have emerged as an innovative alternative to traditional glass, offering enhanced energy efficiency and sustainability. In this study, transparent wood composites embedded with carbon quantum dots (CQDs) were fabricated using wood powders derived from both stem and bough fractions. Lignin extracted during the delignification process was recovered and utilized as a carbon source for CQD synthesis, establishing a sustainable strategy for functionalizing TWC. The incorporation of CQDs into the epoxy matrix not only improved optical transmittance by reducing interfacial light scattering but also imparted superior ultraviolet (UV) shielding and luminescent properties. Comparative analysis revealed that branch-based TWC exhibited higher transparency than stem-based counterparts, primarily due to its juvenile wood characteristics, such as larger lumen diameter and thinner cell walls, which facilitated better epoxy infiltration and minimized light scattering. Furthermore, the CQD-functionalized composites demonstrated excellent UV-blocking capability and thermal insulation, reducing near-infrared transmission and contributing to indoor energy savings. This study highlights a circular approach for lignin valorization in developing advanced window materials, positioning CQD-integrated TWC as a multifunctional candidate for next-generation smart window applications.

E 분야

산업, 정책, 문화

Wood Industry, Policy, Culture

연료형 목재제품의 조기경보체계 구축 연구
Study on the Early Warning System for Fuel-Type Wood Products

엄창득¹, 정한섭¹, 홍채린¹, 김다정¹, 안병일²

Chang-Deuk EOM¹, Hanseob JEONG¹, Chae-lin HONG¹, Da-Jung KIM¹, Byeong-il AHN²

¹국립산림과학원 목재산업연구과, ²고려대학교 식품자원경제학과

¹Forest Products and Industry Dept., National Institute of Forest Science

²Dept. of Food and Resource Economics, Korea University

우리나라의 목재펠릿, 목재칩 등 연료형 목재제품은 신재생에너지 전략에 따라 발전용으로 활용도가 높다. 하지만 수입의존도가 높기 때문에 선제적으로 해외 시장에 대한 분석이 필요하다. 즉 국내외 목재 시장에 대한 체계적인 파악과 더불어 목재 가격 변동성에 대한 예측이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 연료형 목재제품의 조기경보체계를 구축하여 해외 시장 변화로 인해 발생 가능한 위험요소를 사전에 식별하고 선제적인 대응의 가능 여부를 확인하고자 수행되었다. 이를 위해 먼저 연료형 목재제품의 유통 현황 및 가치사슬을 분석하고, 경제 및 금융, 자원 등 타분야에서 활용중인 조기경보체계 구축 현황을 조사하였으며, 연료형 목재제품에 적합한 조기경보체계를 구축하고자 기계학습 방법으로 LSTM(Long Short-Term Memory), SVM(Support Vector Machine)을 적용한 결과, 위기 분류 정확도, 예측 오류를 종합하였을 때 조기경보체계 구축 시 단일 기계학습 방법에 의존하기보다는 제품 특성과 가격 분포를 반영해 분석 방법을 선택하는 것이 필요한 것으로 평가되었다.

국내 침엽수 주요 수종의 지역별 목재생산 가능량 추정
Estimation of Regional Timber Production Potential of Major
Coniferous Species in South Korea

이재정¹, 김성열¹, 양지욱¹, 박선용¹

Jaejung LEE¹, Sungyeol KIM¹, Jiwook YANG¹, Seoyong PARK¹

¹국립산림과학원 임산소재연구과

¹Forest Industrial Materials Division, National Institute of Forest Science

본 연구는 국내 주요 침엽수인 소나무, 잣나무, 낙엽송, 삼나무, 편백, 리기다소나무를 대상으로 임상도(Forest Type Map)에서 파악된 목재자원량 중 실제 목재수확이 가능한 지역에 분포하는 자원량을 조사하였다. 이를 위해 산림청에서 제공하는 임상도 자료를 활용하여 수종별·지역별 목재자원 분포를 분석하고, 법적·지리적 제약을 고려하여 수확 가능 면적을 선별하였다. 본 연구에서는 5,065개 읍·면·동 행정구역 내 수확 가능한 수종별 목재자원량을 산출하였다. 국내 수종별 수확가능한 목재자원량은 소나무(1,2663만m³), 리기다소나무(2,358만m³), 낙엽송(2,102만m³), 잣나무(1,084만m³), 편백(357만m³), 삼나무(91만m³)의 순서로 분석되었다. 소나무의 경우 중부지역과 제주도를 제외한 국내 전역에 목재생산 가능자원이 분포하였으나, 리기다소나무는 강원도 등 동북부 지역에는 목재생산가능자원이 적게 나타났다. 잣나무는 경구 북부 지역과 강원도 북부를 중심으로 분포하고 있었으며 삼나무와 편백은 전라남도 및 제주도에 목재생산가능자원이 집중되어 있었다. 본 연구를 통해 목재자원의 분포는 수종에 따라 상이하며 지역별 자원량을 고려한 목재생산·수확·이용 연구가 필요함을 확인하였다.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업(FP0900-2022-01-2025)의 지원을 받아 이루어졌습니다.

원목 수요 시나리오에 따른 국내 목재생산림 내 낙엽송 자원의 고갈 및 지속가능성 연구
A Study on the Depletion and Sustainability of Larch Resources in Korean
Timber-Producing Forests according to the Log Demand Scenarios

정택용¹, 강석구^{2*}

Taek-Yong JEONG¹, Seog-Goo KANG^{2*}

¹우디즘목재이용연구소, ²충남대학교 환경소재공학과

¹The Korean Woodism-city Project Research Center,

²Dept of Bio-Based Materials, Chungnam National University

낙엽송(*Larix kaempferi*)은 비교적 빠른 성장, 다양한 환경에 대한 적응력, 우수한 목재 특성으로 인해 건축 및 구조용 자재로 가장 많이 이용되고 있으며, 지속적인 수요 증가 전망이 있는 수종이다. 그러나, 자원량의 관점에서 국내 낙엽송의 장기 이용 가능성과 향후 수요를 충족할 수 있는 능력에 대한 정량적 정보는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 목재생산림 내 30년생 이상 낙엽송림의 입목축적량과 성장량을 분석하고, 장기 수요 시나리오에 따라 자원의 고갈 시점을 예측하였습니다. 이를 위해 지리정보시스템(GIS)과 국가 산림자원조사 데이터를 활용하여, 연령대별 평균 입목축적량과 주기 성장량을 산정하고, 5년 단위로 누적 성장을 예측하였다. 수요 분석은 ARIMA 예측 모형을 활용하여 2060년까지의 세 가지 시나리오(Base, Lower, Upper)를 설정하였고, 각 시나리오에 따라 자원 고갈 시점까지 감가 시뮬레이션을 수행하였다. 그 결과, 누적 수요가 성장량을 초과하는 고갈 시점은 약 2045년(Base), 2040년(Upper), 2055년(Lower)으로 나타났다.

이는 현시점부터 이용량과 동등 수준으로 낙엽송을 재조립한다고 해도, 자원 고갈 이후 목재생산림 내 벌기령 낙엽송 자원의 공백 기간을 회피하기는 불가피할 것으로 전망된다. 따라서, 고갈 시점을 지연시키고 장기적인 공급 안정성을 확보하기 위해서는 수요 구조의 조정과 더불어 대체 수종 개발 또한 정책·연구적으로 수행되어야 한다는 시사점을 남긴다. 이에 따라, 낙엽송 대체 수종 개발 및 복합 수종 활용 등의 후속 연구를 통해 낙엽송 자원의 고갈을 지연시키기 위한 방안을 마련해 나갈 것이다.

본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(RS-2024-00400728)의 지원에 이루어진 것입니다.

목재제품 및 목질화 건축물에서 방출되는 NVOC 유효성분의 목록화 연구
Compilation of Effective NVOC Constituents Emitted from Wood Products and
Wood-Interior Finished Buildings

이영규¹, 김주완¹, 김준혁¹, 유원태¹, 오수환¹ 박천영², 이지홍², 정용기², 송정현²

Young-Kyu LEE¹, Juwan KIM¹, Junhyuk KIM¹, Wan Tae YOO¹, Suhwan OH¹,

Chunyoung PARK², Jihong LEE², Yungkee JEONG², Jeonghyun SONG²

¹서울대학교 농생명과학공동기기원 실내환경분석센터, ²목재문화진흥회

¹National Instrumentation Center for Environmental Management, Seoul National University

²KOREA ASSOCIATION OF WOOD CULTURE

본 연구는 목재제품과 목질화 건축물에서 방출되는 총휘발성유기화합물(TVOC) 중, 목재 고유의 성분인 천연휘발성유기화합물(NVOC)의 정량적 분석을 수행하고자 하였다. 이를 위해 실내공기질공정시험기준을 응용하여 분석 가능한 NVOC 성분을 도출하고, 목재제품 방출시험 및 실제 목질화 건축물 내 실내 공기 시료를 통해 검출 빈도를 평가하였다. 그 결과, 검출빈도가 높은 NVOC 성분을 중심으로 NVOC 유효성분 목록을 구축하였다.

또한 NVOC의 방출 특성은 목재 수종, 표면가공 방법, 시공 조건에 따라 달라질 수 있음을 확인하였으며, 이는 TVOC 기준 초과 여부와 밀접하게 관련됨을 제시하였다. 본 연구에서 구축된 NVOC 목록과 검출 특성 자료는 목재 고유 특성을 반영한 합리적 관리기준 수립의 근거로 활용될 수 있다. 나아가 향후 NVOC 분석방법의 표준화, 데이터베이스 확립, 그리고 목재제품 이용 활성화를 위한 정책적 지원 근거 마련에도 기초자료로 제공될 수 있을 것으로 기대된다.

이 성과는 한국임업진흥원(Project No. RS-2023-KF002517)과 목재문화진흥회(2024 복지시설 나눔숲 조성사업(실내) 실내공기질 측정)의 지원을 받아 수행된 연구임.

경골목구조 내화구조 표준 개정을 위한 신규 구조체 도출
Derivation of a New Structural Element for Revising the Fire-Resistant Structural Standard for Light-Frame Wood Structures

이인환¹, 이상준¹, 김철기¹, 윤범열¹, 이형우¹, 황태익¹
In-Hwan LEE¹, Sang-Joon LEE¹, Chul-Ki KIM¹, Beom Yeol YUN¹, Tae-Ik HWANG¹

¹국립산림과학원 목재공학연구과

¹Wood Engineering Division, National Institute of Forest Science

국내 경골목구조는 2050 탄소중립 실현과 목조건축 활성화 정책의 추진에 따라 활용 범위가 확대되고 있다. 단독주택뿐만 아니라 공동주택과 중·대형 목구조 건축물에도 끼움벽 또는 바닥으로 경골목구조가 사용되고 있어 경골목구조의 성능에 대한 연구가 강화될 필요가 있다. 특히 내화성능은 다변화된 목조 건축에 필수적으로 요구되는 성능이므로 기술적 검증과 표준화가 반드시 필요하다. 경골목구조에 대한 표준은 한국산업규격(KS)에 제시되어 있으나, 개정이 적절히 이뤄지지 않아 현재 사용되지 않는 구조나 자재가 포함되어 있고, 최신 시공 기술과 시장 상황을 반영하지 못하는 문제점이 있다. 이에 본 연구에서는 경골목구조에 관한 내화성능 표준 규정을 개정하기 위한 신규 구조체를 제안하였다. 신규 구조체를 발굴하기 위하여, 내화인정기관, 목조건축 관련 협회, 내화성능 확보를 위한 경골목구조 주부재 생산 업체와 협의체를 구성하였다. 신규 구조체에 요구되는 성능(내화시간), 목조건축 시공 방법, KS 규격에 맞는 자재(단열재, 석고보드 등) 수급 가능성 등을 검토하였으며, 그 결과 내력벽 3중, 바닥 1중, 평지붕 1중 등 총 5개의 신규 구조체를 협의체에서 도출하였다. 또한 기존 KS의 오래된 용어를 최신 KS와의 비교를 통해 현행화하고, 개정 과정에서 반영해야 할 최신화 사항들을 검토하였다. 추후 신규 구조체에 대한 내화성능 검증 실험을 실시하여 경골목구조 관련 KS 개정을 추진하고자 한다. 이를 통하여 큰 비용과 긴 시험 대기시간이 필요했던 내화시험을 생략할 수 있게 하여 목조건축 보급과 활성화를 한층 원활하게 하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

목재과학 분야 도메인 특화 언어모델의 파인튜닝 및 검색 증강 성능 평가
Evaluation of Fine-tuning and Retrieval-Augmented Generation for a Domain-Specific Language Model in Wood Science

황성욱

Sung-Wook HWANG

경북대학교 농업과학기술연구소

Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University

대형 언어모델(large language model, LLM)은 다양한 분야에서 도메인 특화 응용 가능성을 보여주고 있으나, 목재과학 분야에서의 적용 효과는 아직 체계적으로 검증되지 않았다. 본 연구의 목적은 목재과학 분야에 특화된 LLM을 구축하고, 파인튜닝(fine-tuning) 및 검색 증강 생성(RAG, retrieval augmented generation) 기법이 모델 성능 향상에 미치는 효과를 평가하는 데 있다. 이를 위해 오픈소스 LLM인 LLaMA-3 8B를 기반으로 도메인 특화 언어모델 WoodLLaMA를 개발하였다. 모델이 목재과학의 특수한 용어와 지식 체계를 반영할 수 있도록, 총 16,929편의 목재과학 및 펄프·제지 분야 학술 논문 메타데이터로 파인튜닝을 수행하였다. 또한 최신 연구 정보에 대한 적응성을 강화하기 위해 RAG 기법을 통합하였다. 성능 평가는 네 가지 모델 구성, 즉 (1) LLaMA-3 (Base), (2) Fine-tuned (FT), (3) Base+RAG, (4) FT+RAG을 대상으로 수행하였으며, 학습 데이터와는 독립적인 최신 학술 논문 기반 QA 세트를 사용하였다. 평가지표로는 키워드 매칭, 코사인 유사도, BERTScore, 퍼플렉서티(perplexity)를 활용하였다. 그 결과, RAG는 단독 FT보다 훨씬 큰 성능 향상을 보였다. FT+RAG는 모든 지표에서 가장 높은 성능을 나타냈으며, 퍼플렉서티는 기본 모델(20.2) 대비 절반 이하(8.6)로 감소하였다. 키워드 매칭은 46.0%(Base)에서 69.0%(FT+RAG)로 향상되었고, 코사인 유사도 또한 0.568에서 0.702까지 꾸준히 개선되었다. 반면, BERTScore는 모델 간 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 목재과학 분야에서 최신 전문 지식에 대한 응답 성능을 확보하는 데 있어 검색 증강의 중요성을 보여준다. 특히 FT와 RAG의 결합은 도메인 적합성과 최신성 반응을 동시에 달성할 수 있는 효과적인 접근법으로, 향후 목재과학 연구 지원을 위한 AI 기반 지식 활용의 기반을 마련할 수 있음을 시사한다.

목재포장재 열처리에서 목재 수분함량이 목재 중심부 온도 상승에 미치는 영향
Effect of Moisture Content on Core Temperature Rise in Heat Treatment of Wood
Packaging Materials

장미¹, 조동훈¹, 현경탁¹, 이종호¹

Mi JANG¹, Donghun CHO¹, Kyongtak HYUN¹, Jongho LEE¹

¹농림축산검역본부 식물방제과

¹Plant Pest Control Division, Animal and Plant Quarantine Agency

수출화물 목재포장재 열처리 시, 실제 열처리 대상 목재 대신 동일 수종·두께의 절단 목재를 대체목으로 이용하여 목재 중심부 온도를 측정하는 방법이 활용된다. 본 연구에서는 목재의 수분함량이 목재 중심부 온도 상승률에 미치는 영향을 비교하였다. 실험에 사용된 목재의 수종은 낙엽송이며, 동일한 규격의 목재 중 표면 수분함량이 0인 목재(통칭 건조목재, 무게 586.4±13.78g)와 표면 수분함량이 평균 33.8%인 목재(통칭 수분목재, 무게 평균 655.9±54.80g)를 대상으로 ISPM No. 15에서 규정한 조건(목재 중심부 온도 56℃ 이상, 30분 이상 유지)으로 열처리를 수행하였다. 시험 결과 목재 중심부 온도가 56℃에 도달하는 온도 상승률(℃/min)은 건조목재가 평균 0.47±0.09, 수분목재가 평균 0.38±0.18로 나타났다. 이러한 결과는 목재 열처리 과정에서 목재 중심부 온도 상승 특성이 목재 내 수분의 높은 비열과 증발잠열에 따른 열전달 지연 효과에 크게 좌우됨을 보여준다. 따라서 대체목이 실제 열처리 대상 목재포장재의 온도 상승 특성을 완전하게 반영하기 위해서는 동일 수종·두께 및 수분함량을 고려한 대체목 선정 방식의 고도화가 필요한 것으로 보인다.

목재이용 확대를 위한 글로벌 정책 사례 : 북미와 유럽을 중심으로
Global Policy Cases for Promoting Wood Utilization : Focus on North America and Europe

윤새민¹, 김민지¹, 최용석¹, 권수연¹, 김명길¹

Sae-Min YOON¹, Min-Ji KIM¹, Yong-Seok CHOI¹, SooYeon KWON¹, Myungkil KIM¹

¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과

¹Wood Industry Division., Forest Products and Industry Department. Institute of Forest Science

전 세계적으로 목재이용 확대는 산림자원의 지속가능한 활용과 온실가스 감축, 그리고 지역 경제 활성화를 동시에 달성할 수 있는 전략적 수단으로 주목받고 있다. 해외에서는 다양한 보조금 제도를 통해 목재제품의 생산과 소비를 촉진하고 있으나, 국내의 경우 목재제품 이용에 따른 이산화탄소 저장량이 최근 감소한 상황에서 (‘22년 579천 톤, ’23년 449천 톤), 2030 NDC 목표 달성을 위해서는 즉각적인 목재이용 확대가 필요하다. 이에 따라 목재 자급률 제고와 장수명 목재 활용을 뒷받침할 수 있는 실효성 있는 지원제도 마련이 시급하다. 본 연구는 특히 유럽과 북미 국가들의 목재이용 지원제도를 살펴봄으로써, 국내 목재이용 확대를 위한 정책적 시사점을 도출하는 데 목적이 있다. 이를 위해 유럽과 북미의 목재이용 지원제도를 문헌과 정책자료를 기반으로 조사·분석하였다. 유럽은 단순 목재 사용량뿐만 아니라 지속가능한 산림경영 인증 여부, 지역 생산 여부, 에너지 효율 등 다양한 기준을 연계하여 보조금을 차등 지급하고 있다. 오스트리아는 목재 1kg당 1유로를 기준으로 최대 30만 유로까지 지원하며, 독일은 에너지 효율 등급과 지역 목재 사용을 결합하여 최대 1만 2천 유로를 지원한다. 또한, 프랑스는 지역 목재 사용과 저평가 수종 활용에 최대 10만 유로까지 지원한다. 북미의 경우 캐나다는 ‘GCWood’ 프로그램으로 공공 및 민간건축물의 대형 목조건축 실증사업을 지원하였으며, 미국 또한 ‘Wood Innovations Grant’ 프로그램을 통해 목재제품 및 에너지 시장을 확장하고 혁신적인 목재 활용 촉진을 목표로 지원하고 있다. 이처럼 각국의 지원 정책은 단순한 목재 사용 장려를 넘어, 탄소 감축·지역 경제 활성화·지속가능한 산림경영을 포괄적으로 고려하고 있음을 보여준다. 이는 국내에서도 보조금 기준의 다원화와 지역·환경성을 반영한 정책 설계가 필요함을 시사한다. * 본 초록에는 국립산림과학원에서 발간한 ‘국제산림정책토픽 제 149호’의 내용이 일부 포함되었습니다.

목재교육이 산업과 문화에 미치는 영향 분석: 일본 및 스웨덴 사례 중심으로
Analysis on the Effects of Wood Education on Industry and Culture: Focusing on the Cases
of Japan and Sweden

양지윤¹, 김대연¹, 김건호¹, 이수연¹
Jiyeon YANG¹, Dae Yeon KIM¹, Keon-Ho KIM¹, Su Yeon LEE¹

¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과

¹Division of Wood Industry, Department of Forest Product and Industry, National Institute of Forest Science, Seoul, Republic of Korea

기후변화 대응을 위한 탄소중립 시대에 목재의 지속가능한 가치가 재조명되고 있으나, 국내에서는 목재에 대한 인식 부족과 활용도 저하가 지속되고 있다. 반면, 목재 선진국인 일본과 스웨덴은 각각 ‘목육(木育)’과 ‘슬로이드(Slöjd)’라는 체계적인 목재교육을 공교육에 포함시켜 국민들의 목재에 대한 친밀감과 이해도를 높이고 있다. 본 연구는 일본과 스웨덴의 목재교육 사례를 심층적으로 분석하여, 이러한 교육이 목재이용 활성화, 목재 관련 직종에 대한 관심 유도 및 목재이용 문화 확산에 미치는 영향을 분석하였다. 일본의 ‘목육’ 및 스웨덴의 ‘슬로이드’의 교육 과정 및 효과를 중심으로 목재 이용량 변화, 목재 산업 종사자 수, 국민 인식 변화 관련 설문조사 자료 등을 비교 분석하여 목재교육의 직·간접적인 영향을 파악했다. 일본과 스웨덴은 체계적인 목재교육을 통해 국민들이 목재를 일상 생활 속에서 자연스럽게 경험하고 친숙함을 느끼도록 유도하고 있다. 그 결과, 두 국가 모두 목재 제품에 대한 수요가 증가하고 있으며, 특히 친환경적이고 지속가능한 목재에 대한 긍정적인 인식이 확산되는 경향을 보였다. 또한, 목재교육은 미래 세대에게 목재의 가치를 전달함으로써, 목재 산업 관련 직업에 대한 긍정적인 인식을 형성하고 젊은 인력의 유입을 촉진하는 데에도 기여하고 있는 것으로 나타났다. 일본과 스웨덴의 사례는 체계적이고 공교육에 포함된 목재교육이 국민들의 목재에 대한 인식을 변화시키고, 궁극적으로 목재 산업과 문화 전반에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 보여주었다. 이는 국내에서도 목재교육의 중요성을 재인식하고, 정책적 지원을 통해 공교육에 목재교육을 도입하는 방안을 적극적으로 모색해야 함을 시사한다. 본 연구는 국립산림과학원 연구사업(FP0000-2023-01-2025)의 지원에 의해 수행되었다.

미국·독일·일본 보조정책 비교를 통한 국내 미이용 산림바이오매스 활성화 방안
Strategies to Promote Domestic Utilization of Unused Forest Biomass:
Comparative Analysis of Support Policies in the United States, Germany, and Japan

지민경¹, 한규성¹
Minkyong JI¹, Gyu-Seong HAN¹

¹충북대학교 목재종이과학과

¹Dept. of Wood and Paper Science, Chungbuk National University

기후위기 심화에 따라 탄소중립 이행의 중요성이 커지면서, 화석연료를 직접 대체하고 산림관리·산불·산사태 위험 완화에 기여할 수 있는 미이용 산림바이오매스에 대한 관심이 커지고 있다. 국제적으로는 EU REDⅢ의 1차 목질계 바이오매스 규정과 보조금 제한, 미국의 탈탄소 전략과 산림바이오매스의 재생가능성 인정, 일본의 FIT 도입·확대, 독일의 잔여물 중심 활용과 지속가능성 기준 강화 등으로 정책 구도가 변화하고 있다. 각 국가별 공통된 흐름은 ‘계단식 이용원칙’을 따라 잔여물·부산물을 우선하고 전력 편중에서 열·CHP 및 지역 수요 연계형으로 전환하는 것이다. 한국 또한 2050 탄소중립 전략과 산림 부문 추진전략, RPS·REC 개편, K-RE100 도입 등을 통해 미이용 산림바이오매스 제도 기반을 확충해 왔으며, 「산림바이오매스에너지 이용·보급 촉진」 고시에서 미이용 산림바이오매스를 명확히 정의하여 산불피해목·간벌잔재 등의 자원화를 촉진하고 있다. 이와 더불어 미이용 산림바이오매스 증명 절차와 이용 통계를 운영하고 있지만, 분산형 열수요와의 연결 부족, 대형 전력 설비 중심의 조달 구조, 높은 수집·수확·저장·운송 비용 등이 여전히 병목으로 작용하여 활성화가 쉽지 않은 실정이다. 본 연구는 이러한 배경에서 미국·일본·독일·한국의 미이용 산림바이오매스 관련 정책과 보조구조를 파악 및 비교·분석하고, SWOT 분석 방법을 통해 SO(강점×기회), WO(약점×기회), ST(강점×위협), WT(약점×위협)을 구조화하여 한국의 현실에 맞는 지속가능성 관점의 미이용 산림바이오매스 활성화 방안을 제시함으로써, 실천 가능한 정책 방향과 우선순위 기반 실행과제를 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

건축물의 탄소 산정 방법론 비교 연구 - 유럽사례를 중심으로
A Comparative Study of Carbon Calculation Methodologies for Buildings
- Focusing on European Cases

김민지¹, 윤새민¹, 최용석¹, 박주생¹

Min-Ji KIM¹, Sae-Min YOON¹, Yong-Seok CHOI¹, Joo-Saeng PARK¹

¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과

¹Wood Industry Division., Forest Products and Industry Department. Institute of Forest Science

건물 및 건설 분야는 전 세계 에너지 및 공정 관련 분야의 약 37%를 차지하는 온실가스 다배출 분야로, 탄소중립 실현을 위해서는 온실가스 배출 감축 노력이 필수적이다. 국내에서는 건물 부문에서 2030년까지 2018년 온실가스 배출량(52.1백만 톤) 대비 32.8%의 온실가스를 감축하는 목표를 가지고 있다. 이에 따라 건물 생애주기별 성능 정보 기반 구축, 신축 건물의 제로에너지화, 기존 건물의 그린리모델링과 같은 로드맵을 추진 중이다. 과거 운영 단계의 탄소 배출에 집중되었던 것과 달리, 이제는 건축 과정에서 발생하는 내재 탄소에 대한 중요성이 강조되면서 목조건축에 대한 관심도 높아지고 있다. 유럽은 목조건축물을 탄소중립 실현을 위한 정책 수단으로 활용하며, 법적으로 온실가스 배출량을 제한하거나 목조건축물 신축 시 보조금을 지원하는 제도를 통해 활성화를 추진하고 있다. 국내에서도 녹색건축인증 위한 평가 항목으로 전과정평가(LCA)를 활용한 온실가스 배출량 허용 기준을 마련하고자 하지만, 건축물의 탄소 산정 방법론이 다양하고 통일된 방식이 없어 기준 마련에 어려움을 겪고 있다. 덴마크, 핀란드, 프랑스 등 유럽 국가들은 이미 건축물 생애주기 전반의 탄소 배출량을 법적으로 관리하고 있다. 이들 국가는 특정 연면적 이상의 신축 건물에 LCA(전과정평가)를 의무화하고, 연도별 허용 기준을 구체적으로 제시하고 있다. 또한, 건물 유형과 규모에 따라 LCA 모형을 명확히 규정하여 산정 방식의 통일성을 확보하고 있으며, 국가별 중앙 데이터베이스 구축을 통해 건축 자재의 탄소 정보를 공유하고 있다. 이러한 선진 사례들을 참고하여 국내 상황에 맞는 통일된 탄소 산정 방법론과 허용 기준을 조속히 마련하는 것이 필요하다.

국산목재 활용 공공건축사업의 가이드라인 및 성과평가 지표 연구
A Study on Guidelines and Performance Evaluation Indicators for Public Projects Using
Domestic Timber

이수연¹, 김건호¹, 양지윤¹

Su Yeon LEE¹, Keonho KIM¹, Jiyeon YANG¹

¹국립산림과학원 목재산업연구과

¹Wood Insustry Division, National Institute of Forest Science

국산 목재를 장기간 가치있게 활용하기 위해 건축 재료로의 수요와 관심이 확대되고 있다. 산림청은 국산 목재 목조건축 실연사업을 통해 국산 목재 수요를 창출하고 탄소중립에 기여하고자, 현재 전국 24개의 지자체(서울시 노원구, 부산 남구, 대구 동구, 대전 서구, 경기도 광주시, 강원 춘천시, 충북 충주시, 충남 홍성군, 전북 정읍시 등)에서 진행 중에 있다. 본 사업은 국산목재를 활용한 목조건축물을 지원 대상으로 하며, 그 범위는 높이 18m 이상 또는 연면적 3,000 m² 이상의 건축물로 제안하고 있다. 그러나 지자체가 사업을 수행하기 위해서는 목재 및 목조건축 관련 정보 등이 포함된 가이드라인이 필요할 것으로 보인다. 특히 국산목재 활용 촉진을 위한 건축물 규모에 따른 목재량 산정, 지역 목재 자원 현황, 목재 제품 품질 확보 방안, 국산 목재 인증 절차 등이 포함되어야 할 것으로 보인다. 또한 사업 추진의 원활함을 위해 단계별 성과평가 지표가 세분화될 필요가 있다. 현재는 사전 심사단계에서 입지 여건, 경제·사회적 효과, 사업 파급성, 예산 집행 가능성, 확장성 등의 항목이 현재 존재하나, 보다 구체적인 성과 지표 설정이 요구된다. 이에 본 연구는 단계별 성과평가 지표를 세분화하는데 초점을 맞추어 수행되었다. 선정 단계에서는 협의체 구성 및 목재 수급 계획, 실행 단계에서의 예산 집행율, 기간 준수율, 목구조 설계율, 완료 단계에서는 사업비 집행 준수율, 목구조 적용 성과, 지역 일자리 창출 여부 등을 반영하는 평가 지표를 제안한다.

공공 목조건축 확대를 위한 녹색건축인증 평가지표 개선안 제시
Proposal for Improving Green Building Certification Evaluation Criteria to
Expand Public Wooden Building

김건호¹, 이수연¹, 양지윤¹, 김태형²

Keon-Ho KIM¹, Su-Yeon LEE¹, Jiyeon YANG¹, Tae-Hyoung KIM²

¹국립산림과학원 임산자원이용연구부 목재산업연구과, ²한국건설기술연구원 건축연구본부

¹Div. Wood Industry, Dept. Forest Products and Industry, National Institute of Forest Science

²Dept. Building Research, Korea Institute of Civil engineering and Building Technology

2024년 12월 기준, 국내 약 2만6천여 건축물이 「녹색건축물 조성 지원법」 제16조에 따라 녹색건축물 인증을 취득하였다. 녹색건축물 인증제도는 환경성적표지(EPD)와 환경표지 등 녹색건축 자재 활용을 반영하며 건축자재 산업 전반에 큰 영향을 미쳐왔고, 현재 국토교통부와 한국건설기술연구원(KICT)을 중심으로 건축 전과정(생산 - 시공 - 재활용 - 폐기)의 환경영향 저감을 중점으로 한 녹색건축인증 기준 개정이 추진되고 있다. 그러나 현행 인증기준의 '재료 및 자원' 항목은 국산 목재제품의 탄소저장 기능과 내재 탄소 저장 효과를 반영하지 못하고 있으며, 환경표지 인증에서 구조용 집성재를 포함한 목재 성형 제품은 폐목재 활용 제품으로 제한되는 등 목조건축의 친환경적 가치가 충분히 평가되지 않는 한계가 있다. 본 연구는 이러한 문제를 보완하고 목조건축의 환경적 가치를 제도적으로 반영하기 위해 특화된 평가기준을 제안하였다. 사례분석 결과, 구조부 자재로 목재를 활용한 목조건축물의 내재탄소배출량은 406 kg·CO₂ eq/m²로, 철근콘크리트 등 유사 용도의 타 구조 건축물 대비 가장 낮은 수준을 나타냈다. 이 결과는 건축물의 전과정 평가(LCA) 항목 개정안을 마련하기 위한 근거 데이터로 활용될 수 있음을 확인하였다. 또한 목재를 주요 건축자재군으로 포함하고 관련 LCI DB를 등록하여 내재 환경영향평가에 활용할 것을 제안하였다. 더불어 국제 녹색건축인증제도(LEED, BREEAM)의 동향을 반영하여 자재의 조달방식, 공급망 투명성, 환경성을 고려한 평가요소를 도입하고자 국산 목재제품 중 탄소저장표시제품의 적용 건수를 평가지표로 제시하였다. 이와 같은 제안은 향후 녹색건축 인증제도의 개정 과정에서 목조건축의 친환경적 가치가 제도적으로 인정될 수 있는 근거를 제공하며, 공공건축물의 목조화 확대, 국산 목재제품 활용 촉진, 건축분야 탄소중립 실현에 기여할 것으로 기대된다.

임업기계장비 품질인증 운영 현황과 향후 개선 과제
Current Status and Operation of Forestry Machinery Equipment Certification System and
Future Improvement Tasks

강찬영¹, 박경완¹, 정인호¹

Chan-Young KANG¹, Kyung-Wan PARK¹, In-Ho JUNG¹

¹한국임업진흥원

¹Korea Forestry Promotion Institute

산업안전보건법 전부 개정 시행(21.1.16) 및 중대재해처벌법(24.1.17) 5인 이상 50인 미만 사업장 적용 확대에 따라, 임업분야 내 산림작업의 안전관리 대책 마련이 시급한 실정이다. 산림청에서는 2017년도부터 산림작업자의 안전관리 및 목재생산성 향상을 위하여 임업기계장비에 대한 품질인증제도를 시행하고 있다. 이에 한국임업진흥원에서는 2018년 7월 산림청으로부터 임업기계장비 품질인증기관으로 지정받아 관련 업무를 수행하고 있다. 본 연구는 임업기계장비 품질인증제도 운영 현황을 검토하고 개선 과제를 제시하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 임업기계장비 품질인증 업체 및 제품 현황, 인증 절차, 산림작업자의 현황 등에 대해 다각적으로 분석하고, 타인증제도(독일 KWF인증, KC, KS 인증 등)와의 비교를 통해 시사점을 도출하였다. 분석 결과, 본 제도는 임업분야 특수성을 반영한 시험으로 인하여 임업분야의 산림작업 관계자의 안전 인식 제고에 기여하는 것으로 나타났으나, 표준 규격의 부재, 인증 체계의 미비, 인증 기준내 KS, ISO, 타고시 등 국·내외 유사 표준규격과 불일치 등 여전히 개선해야 할 과제로 지적된다. 향후 제도의 발전을 위해서는 다양한 분야의 인증품목 확대, 시료의 균질성 확보를 위한 인증체계 마련, 고성능 임업기계 검정 제도 도입 등이 필요하다. 이러한 과제는 국내 임업기계장비 분야 발전을 촉진하고, 향후 산림작업자의 안전관리 및 목재생산성 향상에 기여할 것으로 사료된다.

산지개발지 임목자원화 제도 소개
Introduction of the Timber Resource Utilization System in Forest Development Sites

이수연
Su-Yeon LEE
한국임업진흥원
Korea Forestry Promotion Institute

산지개발 과정에서 발생하는 임목은 오랫동안 방치되거나 소각·폐기되어 자원 낭비와 환경 부담의 주요 원인이 되어 왔다. 이러한 문제를 해결하기 위해 도입된 산지개발지 임목자원화 제도는 개발 현장에서 발생하는 임목을 수집·활용하여 자원의 선순환을 촉진하고, 탄소중립 사회 실현에 기여하는 것을 목적으로 한다. 제도는 산지 개발사업의 인허가 단계에서부터 임목 활용 계획을 수립하도록 유도하고, 임목자원이 고부가가치 자원으로 활용될 수 있도록 지원한다. 이를 통해 폐기물 발생량을 절감하고 국산목재 이용을 활성화하는 기반을 마련하였다.

또한 임목자원화 제도는 ▲임목 매각을 통한 수익 창출, ▲폐기물 발생량 및 처리 비용 절감, ▲탄소배출 저감과 순환경제 구축 등 다양한 효과를 창출하고 있다. 그러나 현장의 집재·소운반 비용 및 행정 절차 부담, 공공분야에 한정된 제도 활용, 제도 인식 부족 등 해결해야 할 과제도 존재한다. 향후에는 민간기업 간 협력 확대, 디지털 기반의 이력 관리 체계 도입 등이 필요하다. 이러한 개선을 통해 산지개발지 임목자원화 제도는 산림자원의 지속가능한 이용과 국가 탄소중립 목표 달성의 핵심 수단으로 자리매김할 것이다.

합법목재 교역촉진제도의 운영 현황과 향후 발전 과제
Current Status and Future Challenges of Verification on Timber Legality in the Republic of Korea

황종민¹, 김성록¹, 한수빈¹
Jong-Min HWANG¹, Sung-Log KIM¹, Su-Bin HAN¹
¹한국임업진흥원
¹Korea Forestry Promotion Institute

불법 벌채된 목재의 교역은 국제적으로 지속가능한 목재 유통관리와 공정한 시장 질서를 위협하는 주요 요인으로 지적되고 있다. 이에 우리나라는 불법 목재의 유통을 차단하고 국내 목재시장의 신뢰성을 강화하기 위해 합법목재 교역촉진제도를 도입하였다. 본 연구는 합법목재 교역촉진제도의 운영 현황을 검토하고 발전 과제를 제시하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 주요 목재수입 현황, 합법성 입증유형 등에 대해 다각적으로 분석하고, 국제 합법성 인증제도(EUDR, 미국 레이시법 등)와의 비교를 통해 시사점을 도출하였다. 분석 결과, 본 제도는 불법 목재 유통 차단과 산업계 인식 제고에 기여하는 것으로 나타났다. 국제적 합법성 제도와의 정합성을 보였다. 그러나 서류검사 중심으로의 한계, 한국형 실사체계 부재 등 여전히 개선해야 할 과제로 지적된다. 향후 제도의 발전을 위해서는 국제협력 강화, 공급망 중심의 실사체계 기반 마련, 디지털 기반의 모니터링 도입, 영세기업 컨설팅 지원 확대 등이 필요하다. 이러한 과제는 국내 목재산업의 지속가능한 발전을 촉진하고, 국제적인 불법 벌채 유통 근절에 기여할 것이다.

***Aglaia* 속의 해부학 및 물리적 특성 분석**
Analysis of the anatomical and physical characteristics of *Aglaia* spp.

노재호¹, 박소연¹, 허예성¹, 김서령¹
Jae-Ho NOH¹, So-Yeon PARK¹, Ye-Seong HEO¹, Seo-Ryeong KIM¹
¹한국임업진흥원 Korea Forestry Promotion Institute

Aglaia 속 목재는 최근 동남아시아 열대활엽수의 공급 제약과 지속가능성 문제로 인해 새로운 대체 수종으로 주목받고 있다. 한국임업진흥원에 의뢰된 수종감정 건수도 2018년 1건에서 2024년 12건으로 증가하여, *Aglaia* 속에 대한 산업적 관심이 확대되고 있음을 보여준다. 이는 빠른 성장, 다양한 환경 적응성, 우수한 구조적 안정성과 내구성을 바탕으로 건축용 구조재와 가구재 등 활용 가능성이 크기 때문으로 판단된다.

본 연구에서는 한국임업진흥원 목재품질관리실의 수종감정 결과와 물리·기계적 시험 자료를 토대로 *Aglaia* 속 목재의 해부학적 및 물리적 특성을 분석하였다. 해부학적 특성은 횡단면, 방사단면, 접선단면의 현미경 사진 관찰을 통해 확인하였으며, 물리적 특성은 밀도와 휨강도 시험 결과를 종합하여 고찰하였다.

분석 결과, *Aglaia* 속은 일정한 해부학적 특징과 우수한 물리적 성질을 나타내어 기존 수입 열대활엽수의 대체재로서 높은 잠재력을 지닌 것으로 평가되었다. 향후에는 체계적인 데이터베이스 구축과 수입 주요 수종과의 비교 연구를 통해 산업 현장 적용성을 한층 확대할 필요가 있다.

2025 (사)한국목재공학회 추계학술발표대회 요지집

2025년 10월 13일 인쇄

2025년 10월 15일 발행

발행처 (사)한국목재공학회

발행인 최인규

편집인 구본욱

TEL 02) 877-4781

FAX 02) 877-4780

ISSN 1225-6811

