

第5回(2025年度)リグニン学会奨励賞

高田 昌嗣 (愛媛大学農学部)

「熱化学処理による脱リグニン機構のトポ化学的研究」

The Lignin Society Progress Award for 2025

Masatsugu TAKADA

Faculty of Agriculture, Ehime University

“Topochemical study on the delignification mechanism by thermochemical treatment”

2012年3月京都大学農学部森林科学科卒業、2014年3月京都大学大学院エネルギー科学研究科エネルギー社会・環境科学専攻修士課程修了、2017年3月京都大学大学院エネルギー科学研究科エネルギー社会・環境科学専攻博士課程修了、2018年4月日本学術振興会海外特別研究員(ブリティッシュコロンビア大学)、2020年2月京都大学大学院エネルギー科学研究科特定助教、2022年2月東京農工大学大学院生物システム応用科学府助教、2025年4月愛媛大学農学部生物環境学科准教授



研究の概要

リグノセルロースの主要構成成分であるリグニンは、芳香族高分子として有用ケミカルへの変換が期待されている。特に、超・亜臨界溶媒による熱化学変換は、触媒を用いず環境負荷が低い手法として注目されているが、脱リグニン挙動の詳細は未解明な点が多い。リグニンは樹種や細胞、組織部位により構造が異なるため、組織形態学と化学を融合した「トポ化学」的視点が重要となる。これまで、スギの亜臨界水処理による水可溶部と不溶残渣の構造解析を通じて、脱リグニン挙動の全体像を明らかにした¹⁾。また、スギとブナの不溶残渣のリグニン分布観察では、二次壁での優先的な脱リグニンと細胞間層での残存が確認され、構造の違いが耐性に影響することが示された¹⁾。さらに、単子葉類の亜臨界水処理ではバイオマス種(イネ科・ヤシ科)による挙動の違いを明らかにした。溶媒の違いによる影響も検討され、亜臨界フェノール処理では細胞間層でも脱リグニンが進行し²⁾、超臨界メタノール処理では、柔細胞内で無機物やタンパク質が炭化物生成に寄与することが判明した³⁾。さらに、カルボカチオン捕捉剤添加系の水熱処理においても、二次壁からの脱リグニン挙動が生じることを明らかにした⁴⁾。このトポ化学的視点はバイオリファイナリー研究にも応用され、酵素糖化におけるリグニンの阻害効果を低減するための構造改変や分布の影響を解明した。蒸気処理によるリグニン転移機構の違いやリグニン分布の変化と酵素糖化への影響を明らかにした⁵⁾。以上の成果は、リグニンの構造と分布に基づく熱化学変換の理解を深め、バイオマス資源の高効率利用に向けた新たな指針を示すものである。

1) Takada, M., Saka, S., Comparative study on topochemistry of delignification from Japanese cedar and Japanese beech by hydrothermal treatment, *J. Wood Sci.*, **61**, 602–607 (2015).

2) Takada, M., *et al.*, Comparative study of the topochemistry on delignification of Japanese beech (*Fagus crenata*) in subcritical phenol and subcritical water, *Holzforschung*, **70**, 1047–1053 (2016).

3) Takada, M., Minami, E., Kawamoto, H., Topochemistry of the delignification of Japanese beech (*Fagus crenata*) wood by supercritical methanol treatment, *ACS Omega*, **6**, 20924–20930 (2021).

4) Takada, M., *et al.*, Fractionation of beech wood cell walls into digestible cellulose-rich residues and photoluminescent lignin-rich precipitates via semi-flow hot-compressed water treatment with 2-naphthol, *RSC Advances*, **14**, 20660 (2024).

5) Takada, M., Chandra, R., Saddler, J., The influence of lignin migration and relocation during steam pretreatment on the enzymatic hydrolysis of softwood and corn stover biomass substrates, *Biotechnol. Bioeng.*, **116**, 2864–2873 (2019).