

S23008

赤外顕微鏡を用いた木質材料の構造分析

Structural analysis of woody materials by using infrared microscopy

川崎 平康^a, 入澤 明典^b
Takayasu Kawasaki^a, Akinori Irizawa^b^a 高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設, ^b 立命館大学 SR センター^a Accelerator Laboratory, High Energy Accelerator Research Organization,^b The SR Center, Ritsumeikan University

e-mail: takayasu.kawasaki@kek.jp

非可食性木質資源は主にセルロースとリグニンから構成される。セルロースはグルコースから成るポリマーであり、リグニンは芳香族モノマーの重合体である。そこで本研究では、リグノセルロースを分解してブドウ糖や芳香族モノマーなどの機能性材料に変換するための赤外線照射方法を開発することを目的とした。ジャイロトロンから発振するミリ波を針葉樹と広葉樹由来の木粉に照射した後、赤外顕微鏡を用いて解析した。その結果、針葉樹由来木粉の場合、 3000 cm^{-1} の O-H 伸縮振動吸収強度が照射によって減少した。このことは木粉に含まれる水分の蒸発を示唆していると考えられる。広葉樹由来の木粉では、 1400 cm^{-1} 付近の芳香環の C=C 伸縮振動吸収強度が減少した。このことからミリ波照射によってリグニンの構造の一部が分解した可能性が示された。

Non-edible woody biomass is constructed mainly by cellulose and lignin. Cellulose is a biopolymer of glucose, and lignin is composed of aromatic monomers. This study aims to obtain glucose and aromatic monomers from cellulose and lignin, respectively, by using infrared irradiation technology. Woody powders from conifer trees and broad-leaved trees were irradiated by milli-meter waves from gyrotron and analyzed by using infrared microscopy. In the case of coniferyl powder, O-H stretching vibrational absorption intensity was decreased by the irradiation. On the contrary, C=C stretching vibrational absorption intensity was reduced in the case of broad-leaved powder. These results indicate that the millimeter-wave can degrade the lignin structure from woody materials.

Keywords: lignin, infrared microscopy, gyrotron, woody materials

背景と研究目的

近年、スギ花粉による花粉症は人々の社会活動に大きな影響を及ぼす脅威となっている。また地球温暖化防止の担い手となる植物の光合成による二酸化炭素の吸収を持続させるためには、森林を適切に管理伐採することが重要である。ここで木材を産業上有用な機能性材料として再生できれば花粉症の撲滅と同時に効果的な炭素循環プロセスにつながることを期待される。そこで本研究では、木材からブドウ糖や芳香族モノマーなどの付加価値の高い機能性材料を回収するための新奇的な物理工学的方法を開発することを目的とした。赤外顕微鏡を用いて木質材料の構造を精密に解析し、高強度赤外線を用いて構造特異的に分解反応を行う。これにより各種低分子モノマーが構造を保持したまま得られる赤外線照射方法を明らかにする。本研究で確立した木質分解技術を将来、製紙企業へ導出し、難分解性資源から産業上有用な機能性材料を創製するための資源循環システムを構築することにより社会実装につなげたい。

実験

針葉樹及び広葉樹由来の木粉末約50 mgを金属容器に添加し、ジャイロトロンから発振されるミリ波を上方からレンズを用いて集光しながら照射した。ジャイロトロンは福井大学遠赤外領域開発研究センターに設置されている装置を用いた[1]。

結果、および、考察： Fig. 1、2 に木粉の赤外顕微鏡測定の結果を示す。Fig. 1 は針葉樹由来木粉、Fig. 2 は広葉樹由来の木粉のそれぞれ電磁波照射前後の IR スペクトルを示している。

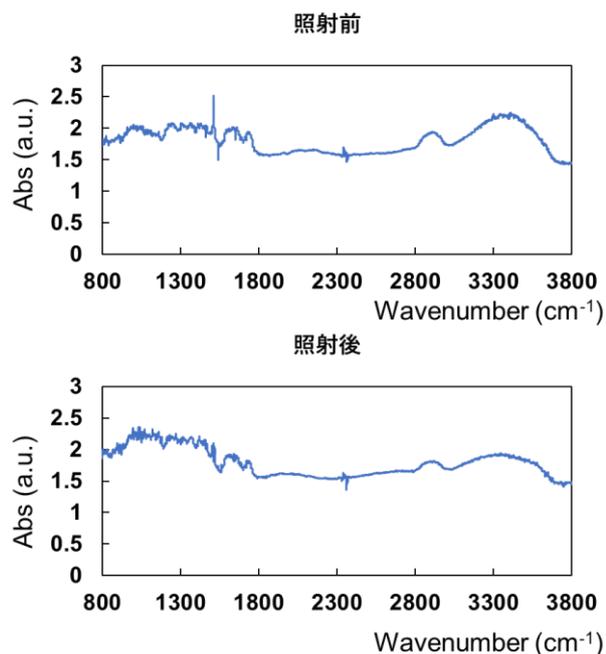


Fig. 1. IR absorption spectra of coniferyl powder

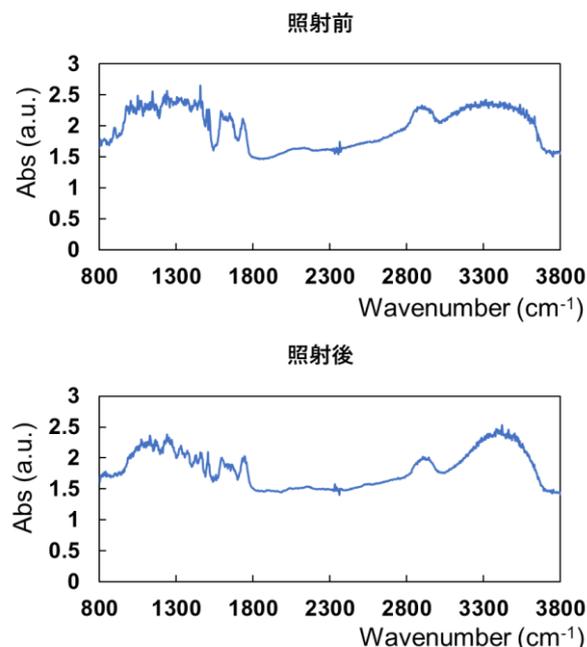


Fig. 2. IR absorption spectra of broad-leaved powder

針葉樹由来木粉では、ミリ波照射後には 3300 cm⁻¹ 付近の O-H 伸縮振動吸収強度が減少した(**Fig. 1**)。このことは木粉に含まれる水分が照射によって蒸散した可能性を示していると考えられる。一方広葉樹由来木粉では、1400 cm⁻¹ 付近の芳香環の C=C 伸縮振動吸収強度が減少した(**Fig. 2**)。おそらくリグニンの高次構造を支えている芳香環の構造が電磁波照射によって変化したものと予想される。森林の葉の形状の違いによって電磁波から受ける照射影響が異なることは興味深い。今後は、質量分析や NMR 解析を行い詳細な構造解析を実施する予定である。

参考文献

[1] T. Kawasaki, Y. Yamaguchi, T. Ueda, Y. Ishikawa, T. Yaji, T. Ohta, K. Tsukiyama, T. Idehara, M. Saiki, and M. Tani, *Biomed. Opt. Express* **11**(2020) 5341.

研究成果公開方法／産業への応用・展開について

- ・本研究成果は The 9th International Workshop on Far-Infrared Technologies (IW-FIRT 2024)にて成果公開予定である。