

マイクロ波プラズマ中でのセルロースの分解挙動

Decomposition behavior of cellulose in microwave plasma

京大院エネ科, °南 英治, 池田 弥央, 河本 晴雄

Kyoto Univ., °Eiji Minami, Mihiro Ikeda, Haruo Kawamoto

E-mail: minami.eiji.4z@kyoto-u.ac.jp

[1] 緒言

木質バイオマスの熱分解ガス化では、セルロースからレボグルコサンが生成し、その後、ラジカル連鎖機構でガス化する。ただし非還元糖のレボグルコサンは安定なため、ガス化には 800°C 以上の高温が必要である。このような高温下ではコークやクリンカが生成し、ガス化炉の稼働率を著しく低下させる。この課題の根本解決にはガス化温度の大幅低減が不可欠であり、我々はその方法としてマイクロ波プラズマの適用可能性を検討した。

[2] 実験方法

石英ガラス管を空洞共振器内に設置し、管内を Ar 気流下で 2.1kPa に減圧した後、マイクロ波 (2.45 GHz) を供給してプラズマを発生させた。供給電力を 60W とし、セルロース試料 (Whatman No.42 濾紙切片) を処理した。処理後の固体残渣は電子天秤で精秤した。生成ガスはマイクロ GC で分析し、石英ガラス管内のオイル状生成物はオキシム化後、¹H-NMR で分析した。

[3] 結果と考察

石英ガラス管内のどの位置で処理しても、セルロース試料は常にアンテナに近い縁辺部から分解が進行する様子が確認された。このことから、セルロースの一次分解はプラズマ (あるいはプラズマ由来の熱) ではなく、マイクロ波加熱による熱分解だと推測された。¹H-NMR 分析 (図 1) により、オイル状生成物は高純度のレボグルコサンであることが判明した。通常の熱分解ではセルロース還元末端からホルムアルデヒドやグリコールアルデヒドが生成し、オイル状生成物に含まれるが (図 1)、マイクロ波プラズマ処理ではこれらが速やかにガス化したと考えられる。生成物収率の経時変化 (図 2) を見ると、セルロースは 900 秒でほぼ完全に分解し、ガス (主に H₂ および CO) が約 65% 得られた。レボグルコサン収率は 240 秒で最大となり、その後減少したため、プラズマ中でガス化したと推測された。セルロースの解重合は 350°C 以上で顕著になることが知られており、本研究ではそれがマイクロ波加熱で進行したと推測された。よって、プラズマのガス温度は 350°C を下回っていたと思われるが、そのような低温条件下でもセルロース由来物 (レボグルコサンやアルデヒド類) がプラズマ中で効率的にガス化することが示された。

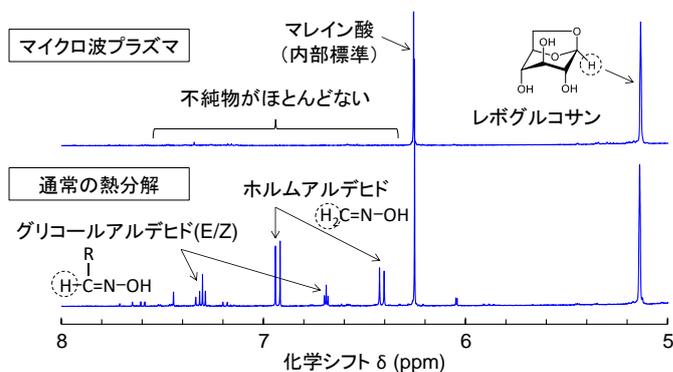


図 1 オイル状生成物の ¹H-NMR スペクトル

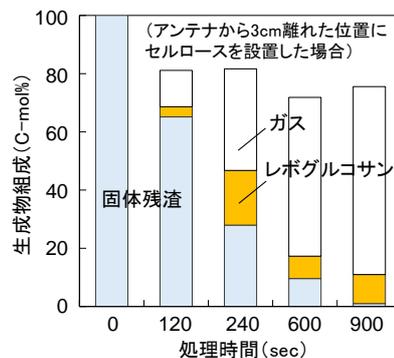


図 2 生成物収率の経時変化