

平成 24 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	大学院理工学研究科 機械制御システム専攻
研究者 (ふりがな)	渡部 弘達 (わたなべ ひろたつ)
タイトル	バイオマス炭化物内部のマイクロスケール現象の解明とその応用
助 成 名	工系若手奨励賞
採択金額	1, 000, 000円

研究の背景

バイオマスの高効率なエネルギー変換システムとして、バイオマスガス化発電システムが注目を集めている。バイオマスガス化の課題はタールである。バイオマスはサイズが大きいまま、使用される場合があり、バイオマス炭化物内部現象がタール分解に重要な役割を果たしていると考えられる。本研究では、バイオマス炭化物内部構造を明らかにし、タール放出に及ぼす炭化物内部構造の影響を明らかにする。

結果と考察

熱天秤 (ALVAC-Riko, TGD-9600)を用いて、直径 8mm、長さ 9 mm の円筒状のヒノキを、不活性ガス雰囲気下で、昇温速度 1K/s の条件で、873 K まで加熱して生成した炭化物の表面 SEM 像を図 1,2 に示す。図 1 は、炭化物の側面、図 2 は炭化物の上面の SEM 像である。炭化物上面と側面では、その表面構造に大きな違いがあり、炭化物の上面の方が、側面よりも、さまざまな細孔があることが分かる。この異方性は、バイオマス内部からのタールおよびガスの放出や、チャー内部へのガス化剤の輸送に影響を及ぼす重要な因子のひとつと考えられる。しかしながら、通常の SEM では、内部構造を把握することは難しい。そこで、3次元構造を把握できる X 線 CT を使用して、内部構造の把握を試みた。ここでは、3次元 X 線顕微鏡 CT (X-Radia, Versa XRM-500)を用いて、バイオマス炭化物内部構造の把握を行った。撮影範囲は、バイオマス炭化物上端 (1 mm, 1mm, 1mm)であり、空間分解能は、0.9 $\mu\text{m}/\text{pixel}$ である。図 3 に炭化物の撮影範囲 (図 3 左上) とバイオマス内部の 3次元構造を示す。X 線 CT から得られる輪切りの CT 画像を、3次元画像として再構築した。まず、バイオマス内部の 3次元構造および XY 断面図を見ると、下から上へ縦方向に繊維が発達しており、大小さまざまな管が存在していることが分かる。このように、炭化物となっても、バイオマス内部の導管構造は存在し、内部輸送と密接な関係があると考えられる。今回の X 線解析では、解像度が 0.9 μm 程度であるため、サイズの大きい 2-3 μm 以上の導管を可

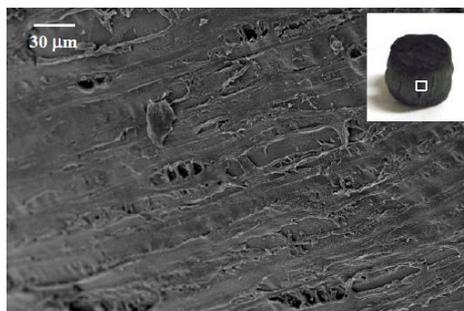


図 1 バイオマス炭化物の側面 SEM 像

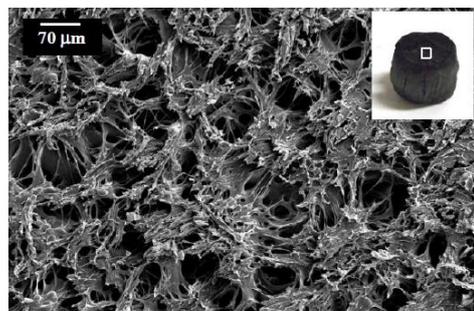


図 2 バイオマス炭化物の上面 SEM 像



図 3 バイオマス炭化物内部の 3次元構造(X 線 CT)

視化することができた。ガスの透過においては、マクロポアの影響が大きい。したがって、この内部構造の可視化からも炭化物の透過度が、繊維方向と、その直角方向で、著しく異なることが理解できる。

さらに、有効熱伝導度や透過度といったマクロ的なパラメータを使用した木質系バイオマス内部の輸送および反応現象の数値シミュレーションを行った。図4にタール収率の実験結果と解析結果を示す。内部の異方性を考慮した場合と、等方性を仮定した場合の解析結果を示している。実験および解析結果ともに、バイオマスの長さの増加に伴い、タール収率が減少している。数値解析においてバイオマスの異方性を考慮した方が、よりタールが減少し、実験結果との差異が小さくなっている。これは、タールが長い軸方向に移動しやすくなることで、タールの滞在時間が増加したためと考えられる。バイオマス内部の異方性が、タール放出挙動に影響を与えていることが示された。

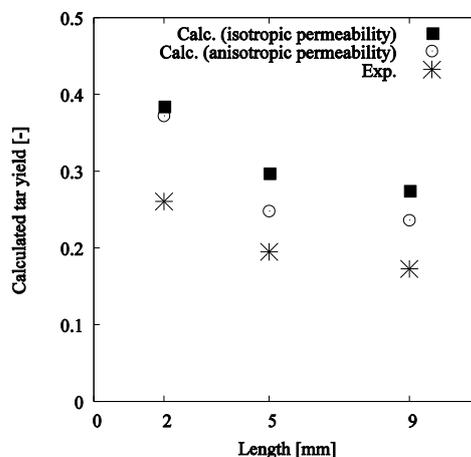


図4 タール収率

結論と今後の課題

3次元X線顕微鏡により、木質系バイオマス炭化物の3次元構造を可視化することができ、バイオマス炭化物が異方性の高い固体燃料であることを示した。また、数値シミュレーションにより、バイオマス内部の異方性が、タール放出挙動に影響を与えることを示した。X線CTおよび数値シミュレーションを用いることで、揮発分の内部物質移動やガス化剤のチャー内部への拡散挙動を、マイクロオーダーレベルで解明できる可能性が見えてきた。今後は、バイオマス炭化物内部の異方性が、ガス化特性に及ぼす影響について検討を進める予定である。

使用内訳書

費目	内訳	金額
備品1	CHEMKIN-PRO 年間ライセンス	315,000
備品2		0
消耗品	反応管等	355,300
旅費		0
その他	細孔分布測定, 3次元マルチスケール解析装置利用料	329,700
合計		1,000,000

記入上の注意:

備品は、品名ごとに記入。

差額が生じた場合は、消耗品で調整。

消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。