

アルカリ含浸竹材へのマイクロ波照射による賦活化

千葉工業大学工学部生命環境科学科 学生会員 ○半藤 達也

千葉工業大学工学部生命環境科学科 非会員 長塚 由佳

千葉工業大学工学部生命環境科学科 正会員 矢沢 勇樹

1. はじめに

1950年頃、アマゾン川流域で「テラ・プレタ（インディオ・ブラック・ソイル）」と呼ばれる炭素含有量の多い黒く肥沃な土が見つかった。それは農地などに開拓された土地で、気候として日差しが強く、降雨量の多い熱帯でも栄養が失われずに残っている土壌だった。何千年も前にブラジルの農民が開墾・焼き畑による副産物として炭化物が土壌に偶然に添加されたことによって、土壌中への炭素固定や、栄養塩の保持、土壌微生物の住処の増大、さらに酸性土壌の中和など、その効果が現在、土壌学の分野で注目されている。

本研究では、この炭化物を従来の製造方法である外部加熱からマイクロ波による内部加熱にアプローチを切り換え、竹材にアルカリ性の水酸化ナトリウムを触媒として含浸させることにより高比表面積有した多孔質体で微生物親和性など、従来の外部加熱にはなかった特徴を付与した炭化物の製造を行うことを目的とした。

2. 実験方法及び解析

2.1 バイオマス原料

本研究では、 $1 \times 1 \times 3 \text{ cm}^3$ に切断したモウソウチク角材を原料として用いた。105°Cの恒温槽に24 h 置いて乾燥させたモウソウチクの元素組成を表-1 に示す。

表-1 モウソウチクの元素組成

	元素組成(%) [d.a.f.]			{d.i.f.f} 灰分(%)		O/C	H/C
	C	H	N	O	[d.b]		
モウソウチク	46.5	5.9	0.3	47.3	2.36	0.76	1.53

2.2 炭化方法

エバポレーターを用いて、105°Cで乾燥させた竹材に対し水酸化ナトリウムを所定の重量比（NaOH比）になるように1 h 含浸させ、その後、再度105°Cで24 h 乾燥させた。

マイクロ波発生装置として、四国計測機器社の μ Reactor を用い、装置内に冷却管を装着したガラス製フラスコを設置し、内部を窒素雰囲気となるよう10 mL/minで流通させた。フラスコ内にガラスウールで高さ調整した磁性るつぽを設置し、るつぽ上に原料を置き、周波数2.45 GHzで所定の照射出力と反応時間で炭化させた。炭化生成物は、1 mol/L の塩酸で洗浄後、純水で置換洗浄した。その後、105°Cで24 h 乾燥させた（Yongbin Ji ら、2007）。

2.3 評価方法

炭化前後の重量差から収率を求め、さらに元素組成分析より炭素含有率について評価した。また、比表面積はBET一点法により求めた。

3. 結果及び考察

3.1 炭化生成物の外観

本実験で用いている竹材及び各条件で生成された生成物の写真を図-1に示す。

結果より、NaOH比が高いものの方が竹材の形がなくなり膨張していて、炭化が進んでいるように見える。

キーワード マイクロ波加熱, テラ・プレタ, モウソウチク, アルカリ賦活

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 TEL 047-478-0409 E-mail : yuuki.yazawa@it-chiba.ac.jp

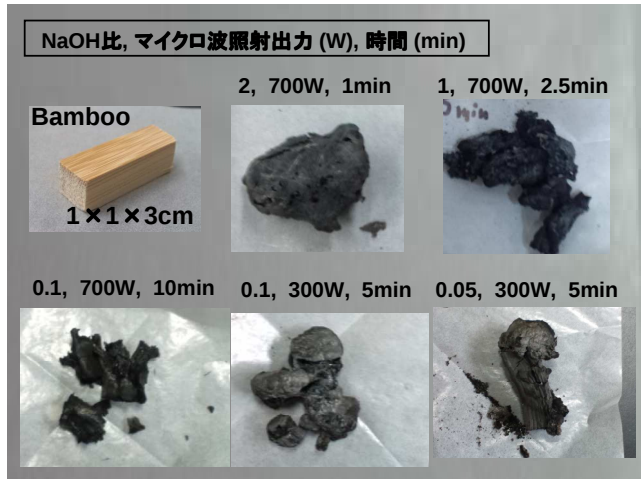


図-1 炭化生物の写真

3.2 炭化物の収率

各条件で得られた生成物の収率のグラフを図-2 に示す。
結果より、NaOH比およびマイクロ波照射出力が高い条件の方が収率は低くなることから、炭化の進行が示唆された。

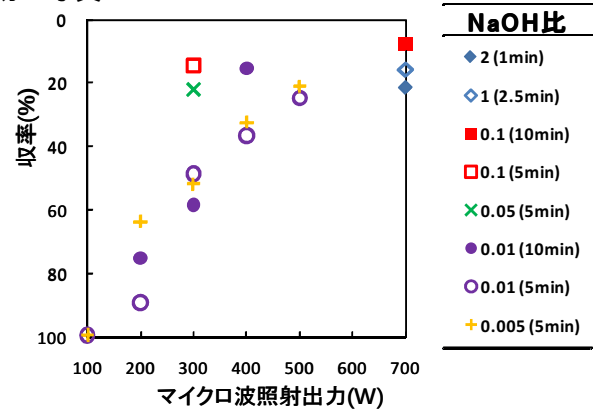


図-2 炭化生成物の収率

3.3 炭化生成物の炭素含有率

元素分析の結果より各条件で得られた生成物の炭素含有率のグラフとH/Cのグラフを図-3, 4 に示す。

炭素含有率のグラフから、全体的にNaOH比やマイクロ波照射出力が高い条件の方が炭素含有率は高く、このことから炭化の進行が再確認された。最も炭化した条件は、NaOH比が0.01、マイクロ波出力400W、時間が10 min の条件だった。

H/Cのグラフから、最も低かった値の条件はNaOH比が0.01、マイクロ波出力400W、時間が10 min の条件だった。

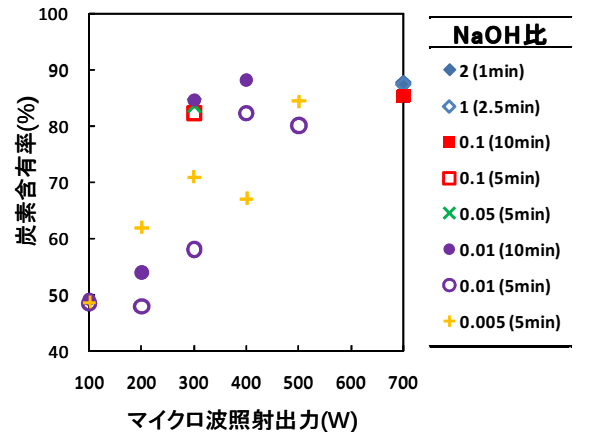


図-3 炭化生成物の炭素含有率

3.4 炭化生成物のBET比表面積

各条件で得られた生成物の比表面積のグラフを図-5 に示す。

得られた結果より、最も高い値を示した条件は前述の炭素含有率と同じくNaOH比が0.01、マイクロ波出力400W、時間が10 min の条件で次に高い値がNaOH比が0.1、マイクロ波出力700W、時間が10 min の条件だった。

3.5 炭化生成物の消費電力

マイクロ波を用いた炭化で木材の初期重量、表面積、消費電力と炭化物収率の関係を整理すると、重量減少している領域では次式に近似できる。

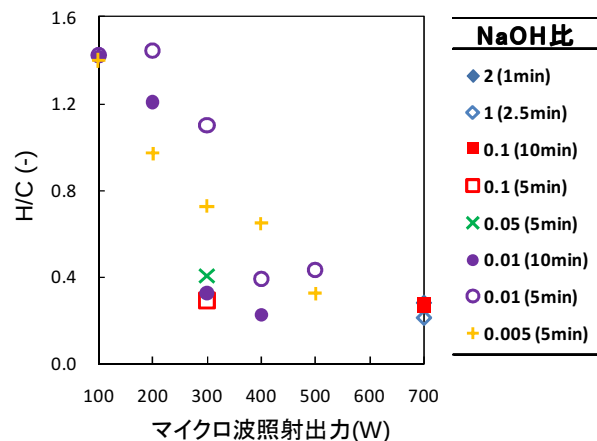


図-4 炭化生成物のH/C

$$P_c = \frac{5.0 - \ln Y \cdot 1}{(20.2 \cdot d^2)} \cdot W_0$$

Pcは消費電力量 (kWh), Yは収率 (%), W₀は木材初期重量 (g), dは正円柱材の直径 (cm) である.

各条件で得られた生成物の消費電力を上式から求め、まとめたグラフを図-6 に示す.

消費電力が高いものは反応時間10minと時間を長く反応させた条件と短時間だがマイクロ波出力が高い条件だった.

3.5 考察

炭素含有率, 比表面積が一番高い値を示したのはNaOH比が0.01, マイクロ波出力400W, 時間が10 minの条件で, 比表面積が高い値を示す条件は反応時間が10 minと長い時間反応させたものだった. これにより比表面積を上げるために必要な条件は時間ということが考えられる.

またNaOH比が0.1, マイクロ波出力700W, 時間が10 minの条件の消費電力は0.2 kWhだったが, 違う条件で同じ0.2kWhの電力消費のものと比べて比表面積の値が高いことから低出力で反応時間を長い条件の方が低電力消費で高い比表面積を得ることができると考えられる.

参考文献

- 1) Yongbin Ji , Tiehu Li, Li Zhu, Xiaoxian Wang, Qilang Lin; Preparation of activated carbons by microwave heating KOH activation, *Applied Surface Science* , pp.506-512, 2007.

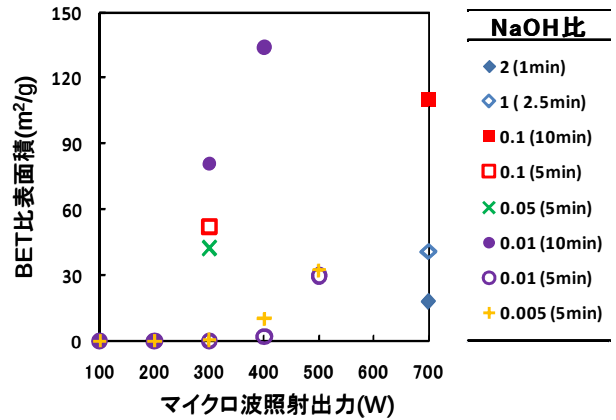


図-5 炭化生成物のBET比表面積

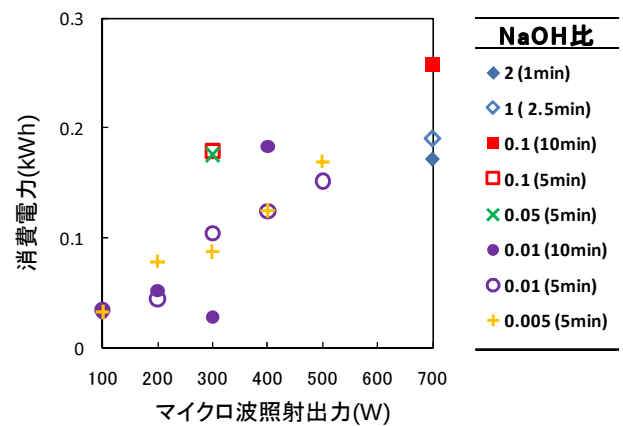


図-6 炭化生成物の消費電力

