

マイクロ波・過熱水蒸気法による生物親和性炭化物の創製

千葉工業大学 生命環境科学科 学生会員 ○笠倉 純一
 千葉工業大学 生命環境科学科 非会員 後平 剛
 千葉工業大学 生命環境科学科 正会員 矢沢 勇樹

1. 背景及び目的

現在，世界では土壌荒漠化や水質汚染，さらに地球温暖化が問題となっている．土壌荒漠化を例にした場合，土壌有機炭素の放出が進行するに従い，土壌の保水能，保肥能，さらに浄化能が低下し，植物が生育しにくい環境や周辺環境への水質汚染につながる．この環境を改善するためには土壌団粒構造の発達・維持が重要となるが，その土壌構造を人為的に管理することは容易ではない．その代替技術として植物細胞組織を有した多孔質体の炭化物の施用が提案できる．

一般的に，炭化物を生成する従来手法として外部加熱が利用されているが，外部からの炭化の進行のため，炭化物表面の細孔に副生成したタール分が付着し，疎水性となる欠点がある．本研究では，この外部加熱からマイクロ波・過熱水蒸気法を用いた内部加熱により，生物親和性を有した炭化物の創製を試みた．

2. 実験方法

2.1 バイオマス原料

バイオマス原料として，105℃で24 h 乾燥させた竹およびヒノキ角材を用いた．

2.2 炭化方法

マイクロ波反応装置として，マルチ反射型の μ Reactor（四国計測機器社製）を用いた．反応装置内に設置したガラス製フラスコに 10mL/min で窒素流入し，マイクロ波照射出力 100~700 W，照射時間 10~50 min，試料サイズ $1 \times 1 \times 1 \sim 5 \text{ cm}^3$ ，水の添加量 0~50g と条件を設定した．比較対象として電気管状炉を用い，200~800℃で外部加熱を行った．得られた生成物については，反応前後の質量差より収率を求め，生成物の外部（ ChC_{out} ）と内側（ ChC_{in} ）に分割させ，それぞれ元素分析を行った．

2.3 生物親和性評価

30 mL 容バイアル瓶に YMPG 寒天培地 10 mL，前培養させた EM 菌（有用微生物群）液 15mL 加え，2.2 で生成した炭化物をそれぞれ 50 mg 添加した．初期の気相雰囲気として空気（大気圧）とし，25℃にて培養した．気相成分濃度の経時変化をガスクロマトグラフィー（TCD-GC）で測定し，炭化物の生物親和性について評価した．

3. 結果および考察

3.1 マイクロ波照射による生成物収率への影響

原料体積，原料中含水率，水添加量，照射出力，照射時間の各条件から算出した原料体積あたりの消費電力（ P_c ）とその時の生成物収率の関係を竹およびヒノキを用いた場合でそれぞれ図 1 に示す．照射出力，照射時間に従属する P_c の増加により生成物収率は減少し，炭化の進行が確認された．一方，原料体積による P_c の増加は逆に収率が増加し，このことから原料体積が大きいものほど炭化効率が向上することが示唆された．また，同 P_c における炭化効率を上げるためには，原料中含水率よりも水添加量を増加させることが有効である．

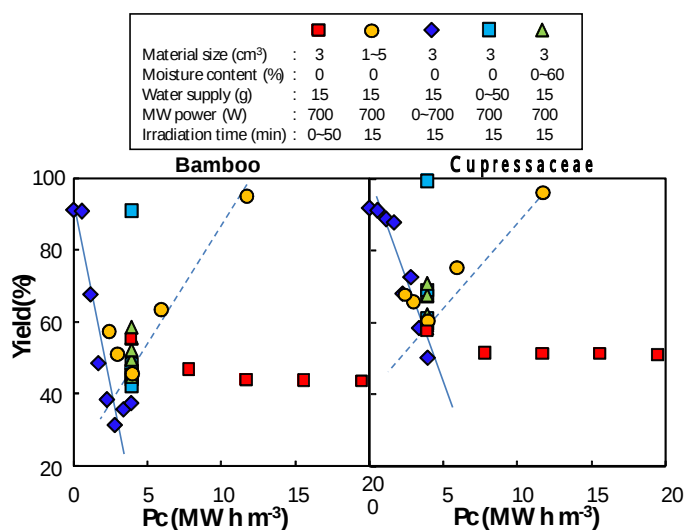


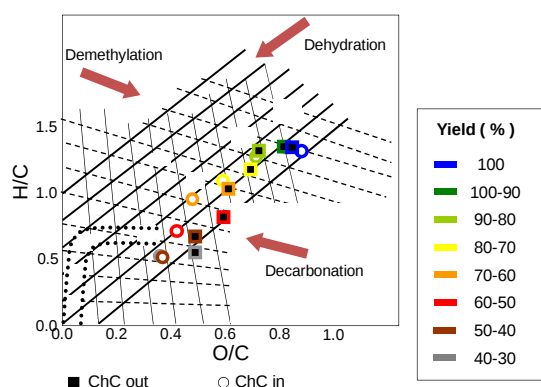
図 1 消費電力と生成物収率との関係

キーワード マイクロ波 過熱水蒸気 生物親和性 炭化物

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

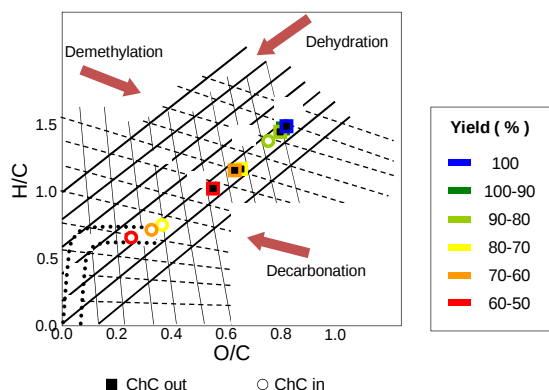
3.2 生成物の外部と内部の元素組成比の変化

マイクロ波・過熱水蒸気法による各条件で生成した炭化物 ChC_{out} と ChC_{in} の H/C, O/C 元素組成比を図 2, 3 に示す。いずれの条件においても収率の減少(つまり炭化の進行)に伴い H/C および O/C いずれも減少し, 脱水反応が支配的であった。さらに, 生成した炭化物の ChC_{out} に比べ, ChC_{in} は脱水反応に加えて脱炭酸反応の進行が顕著であり, ChC_{out} より ChC_{in} のほうがより炭化が進行している。マイクロ波・過熱水蒸気法の場合, 原料内部の温度は反応開始数分で 300~400 まで到達することが確認されている。また, 竹とヒノキとの原料を比較すると, H/C, O/C の減少傾向は同様であるものの, ChC_{out} と ChC_{in} の変化量の差が顕著であった。このことは反応開始後の昇温速度からも確認され, 竹の場合の約 100 /min, ヒノキの場合は 40~80 /min と緩慢であった。この違いは, バイオマス原料の細胞組織密度によるものと考えられ, 竹に比べヒノキは低密度であり, そのため含有水分がより蒸発されやすい(つまり潜熱損失が大きい)からである。



Cellulose, Wood, Lignin, Peat, Brown Coal, Sub-bituminous Coal, Bituminous Coal, Anthracite

図 2 竹を用いた場合の H/C, O/C の関係



Cellulose, Wood, Lignin, Peat, Brown Coal, Sub-bituminous Coal, Bituminous Coal, Anthracite

図 3 ヒノキを用いた場合の H/C, O/C の関係

3.3 マイクロ波・過熱水蒸気法により生成した炭化物の生物親和性

炭素含有率の異なる生成物を添加した場合の有用微生物群の活性量を気相成分変化 (O_2 , N_2 , CO_2) から評価した(図 4)。いずれの生成物添加条件においても気相中 O_2 濃度の低下にともない, CO_2 濃度が増加した(呼吸活性)。特にマイクロ波・過熱水蒸気法により生成した炭化物は従来法で生成した同炭素含有率の炭化物よりも CO_2 生成量が高いことから, 生物親和性が高いことが理解される。また, バイオマス原料の違いでは竹炭化物のほうが生物親和性が高いのに対し, ヒノキ炭化物はむしろ原料より低下することがわかった。さらにマイクロ波・過熱水蒸気法により生成した竹炭化物は気相中 N_2 濃度の減少量が大きく, 窒素固定活性の向上が示唆された。一般的に, 生物的窒素固定活性は嫌気環境と窒素栄養塩の欠乏が必須とされる。本実験の場合, 呼吸活性の向上が大きな要因であるが, YMPG 培地中の窒素栄養塩を炭化物は調整すると推測される。以上のことからマイクロ波・過熱水蒸気法により生成した炭化物は生物親和性が期待され, 団粒構造の代替としての土壌改良だけでなく, 水処理技術としての即効性が期待される。

参考文献

- 1) 三浦正勝 (2003), マイクロ波による炭化と活性炭製造, 12-14
- 2) 池島庸元 (2000), 竹炭・竹酢液のつくり方と使い方 18-22.

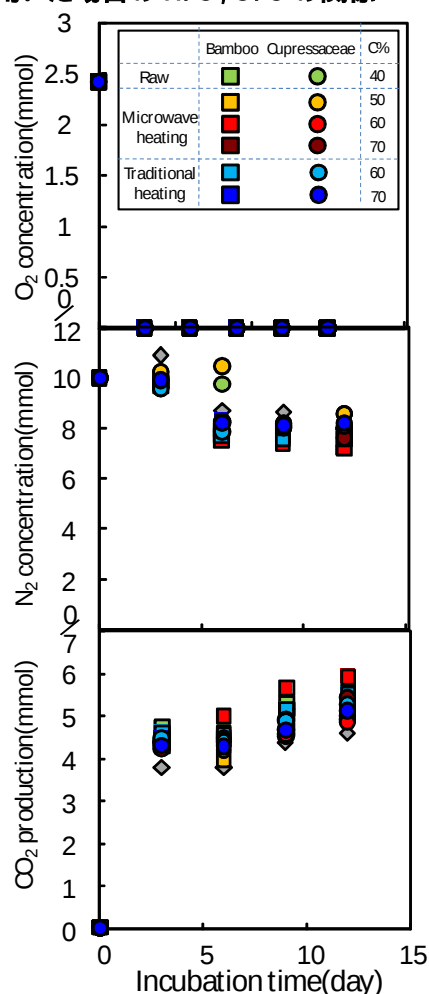


図 4 炭化物の生物親和性評価