

有機系廃棄物の炭化処理条件の精査及び 回収炭化物の再資源化の試み

工学院大学[院] ○角田 英一 工学院大学[工] 矢ヶ崎 隆義
工学院大学[工] 木村 雄二 共立工業[株] 佐藤 利男

Examination of Carbonization Processing Condition of Organic Waste and Reusing of Recycling Carbide

Hidekazu TSUNODA, Takayoshi YAGASAKI, Yuji KIMURA and Toshio SATO

1 緒 言

大量生産・大量消費による有機系廃棄物の発生に伴い、有効な処理システムの確立が早急に求められている。現在、有機系廃棄物を処理する方法として多種多様な方法が提案されており、その中の1つとして処理回収物が比較的容易に有効活用し得る可能性のある炭化処理法が注目されている。報告者等は、各種有機系廃棄物の終末処理と再資源化を実現する炭化処理と賦活処理条件の精査を行い、さらに回収炭化物の製品化を想定した成形加工の試み及び機能性の評価等を実施した。併せ、炭化物の最終処理としての発電燃料としての可能性についても検討を加えた。本報では、これらの概要を報告する。

2 供試材料及び実験方法

2.1 炭化処理・賦活処理条件の精査

供試材料には、主として街路樹剪定枝、湖沼流木とを用い、必要に応じてその形状をチップあるいはペレットとし実験に供した。尚、通常、街路樹剪定枝及び湖沼流木等は産業廃棄物として扱われており、その処理は各自治体の大きな負担となっている現状にある。

炭化処理には、研究用精密制御型バッチ式減圧炭化炉（耐圧硝子工業株式会社製）を用いた¹⁾。供試材料はその一定量を石英ボードに乗せ炉心管内に導入、静置、これを各設定昇温速度で加熱、目標温度に到達後に所定時間温度を維持、処理終了後は熱源を絶ち炉冷し室温になった時点で取り出した。尚、炭化処理中は、炉内圧を減圧状態 $3.0 \times 10^2 \text{ Pa}$ に保持した。以後、炭化処理のみにより得られたものを炭化物と称する。

賦活処理には、酸化ガスである水蒸気と炭化物とを接触反応させて炭化物表面近傍に微細な多孔質構造を形成方法する水蒸気賦活処理法を選択した。加熱炉には管状赤外線イメージ炉（RHL-E410；株式会社 アルバック製）を用い、同炉に水蒸気発生部を装着して賦活処理を実施した。尚、賦活処理では、炉内に導入する水蒸気流量を 6.6 ml/min 、昇温速度を 160°C/min と設定、目標温度に到達後、所定時間保持、炉冷することによりこれを行った。以後、炭化処理した後に賦活処理を実施し得られた炭化物を賦活炭化物と称する。

炭化及び賦活処理などに関わる処理温度は、主として熱重量分析装置を用いて決定した。また、炭化物の吸着

性能に影響を及ぼす比表面積については、高速比表面積/細孔分布測定装置を用い、窒素ガス吸着法により吸着等温線を作成して BET 法によりこれを算出した。また、吸着現象に関係のある平均細孔分布については、BJH 法（Barret-Joyner-Helenda）により求めた²⁾。さらに、炭化物の吸着性能を把握するためホルムアルデヒド吸着試験を行った。

2.2 再生炭化物の成形加工

成形加工に供した材料には、研究用大型バッチ式減圧炭化炉（共立工業株式会社製）により炭化した炭化物、及びロータリーキルン式炭化炉により得られたセラミックス炭とを用いた。

これらの再生炭化物の製品化を目的とした成形加工には、設計・製作した成形プレス機を用いた。以後、同法により製造した炭化物板を成形炭化物と称する。

成形炭化物の硬さを把握するために、硬度測定（JIS K 1474）測定等³⁾を行った。

2.3 炭化物の発電燃料としての利用

有機系廃棄物の炭化・賦活処理によって再生され製品化された炭化物製品も最終的には廃棄物となる。報告者らは、これを処理する最終処理手段として、炭化物を燃料とする発電を検討している。これ等の検討には、主として研究用大型バッチ式減圧炭化炉（共立工業株式会社製）により得られた炭化物を用いた。

また、炭化物の燃料としての評価には、熱研式自動ボンベ熱量計（CA-4PJ；島津製作所株式会社製）を用いて発熱量等を測定、燃料としての可能性を評価した。

3 実験結果

3.1 炭化処理・賦活処理条件の決定

各種有機系廃棄物の内、特に対策の急がれる街路樹剪定枝、湖沼流木の有効な炭化処理及び賦活処理条件を確定するために、これ等の生木の熱重量分析を実行した。得られたいずれの TG 曲線についても、室温から 800°C にかけて二段階の重量減少が確認された。第一段階での重量減少は 100°C 近傍で確認され、これは供試材料に含有する水分が蒸発することによって生ずるものと判断した。次に、第二段階での重量減少は 300°C から 400°C 近傍で確認され、これは供試材料自体の熱分解により炭素成分に固定化されたことにより生ずるものと判断す

るに至った。これらの結果より、最適炭化処理に適する温度の候補として 400℃、より熱分解された 550℃、さらに熱分解が進行した 700℃を選定した。次に、研究用精密制御型バッチ式減圧炭化を用い、選定した各温度にて街路樹剪定枝及び湖沼流木等の炭化処理を実施した。得られた湖沼流木の炭化処理により得られた炭化物の収率 (Y) と比表面積 (S_{BET}) との関係を図 1 に示す。この結果より、程度の差はあるものの、炭化処理温度を高く設定するほど Y 値は低下し S_{BET} 値は大きくなることが確認された。これ等の結果より、炭化処理の最適温度を 550℃と決定した。

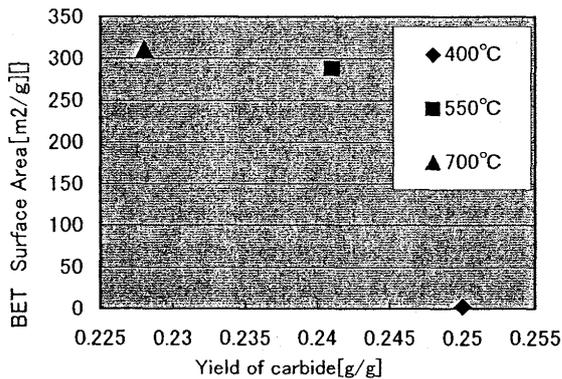


Fig. 1 Relationship between surface area and average pore size

次に、湖沼流木の炭化処理により得られた炭化物について、シックハウス症候群の原因物質とされているホルムアルデヒドの吸着試験を実施した結果を図 2 に示す。結果より、桑炭、桐炭それぞれの吸着性能は、市販活性炭のそれと比較すると劣るものの、この炭化物に賦活処理を施すことによって、市販活性炭のそれと同程度の能力が得られる可能性が確認された。

賦活処理の最適条件等についての記述は割愛する。

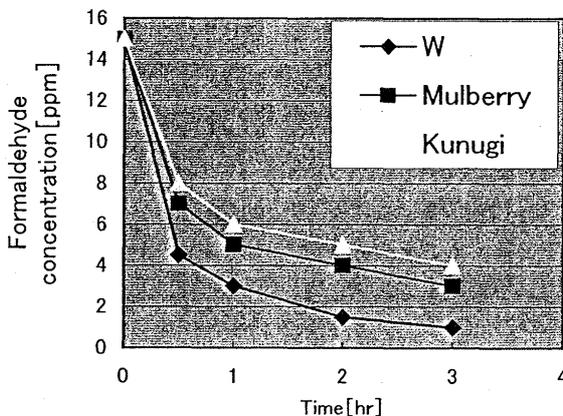


Fig. 2 Result of adsorption examination of formaldehyde for carbides

3.2 再生炭化物の成形加工

再生炭化物の製品化を目的として、ロータリーキル

ン式炭化炉により得られたセラミックス炭の成形加工を試みた。Fig. 3 に、炭化物 50g に添加する凝結剤の量及び成形圧力を変化させ得られた成形炭化物板の硬さを示した。その結果、凝結剤の量を増やすことによって、また成形圧力を高くすることによって成形炭化物板の硬さが高くなることが確認された。

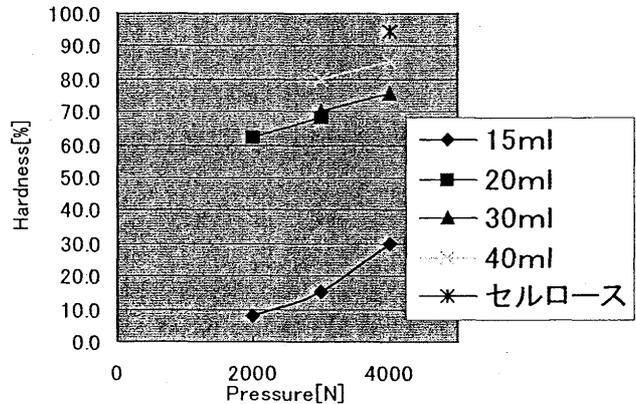


Fig. 3 Measurement results of hardness for product

3.2 炭化物の発電燃料としての可能性

各種炭化物の発熱量の測定結果を図 1 に示した。その結果、木質系炭化物は、一般固形燃料 RDF (Refuse Derived Fuel) と比較した場合、約 1.5 倍程度の発熱量を有すること等から、発電用の燃料としての可能性のあることが確認された。

Table.1 Measurement result of heat capacity of carbides

Carbides	Heat capacity [kcal/kg]
mulberry	6650
Kunugi	6880
Sonawashousmi	6090
RDF	4840
Pellet	6690

4 結言

本研究では、有機系廃棄物の終末処理のための炭化処理、及び同炭化処理により得られた炭化物の再利用のための賦活処理、再利用後の炭化物及び賦活炭化物の燃料への適用などを目的とした実験を実施した。その結果、以下の事柄が明らかとなった。

- (1) 木質系廃棄物の最適炭化処理温度は 550℃であることが明らかとなった。
- (2) 再生炭化物のホルムアルデヒドの吸着能力は、実用上要求される値に匹敵することが明らかとなった。
- (3) 再生炭化物に適量の凝結剤を添加し、セルロースを混入して圧縮し得られる成型炭化物は、ボード等として利用できる可能性を有することが明らかとなった。
- (4) 木質系炭化物は、新しい発電システム用燃料として期待できることが明らかとなった。

—参考文献・謝辞 省略—