

# 非化石燃料化のための地域有機性廃棄物を利用した 代替燃料の開発と特性解析

Study on the non-fossil fuel and its characterization produced from  
regional industrial organic solid wastes

プロジェクト代表者：王 青躍(大学院理工学研究科・准教授)  
Qingyue WANG (Graduate School of Sci. and Eng., Associate Professor)

## 1. はじめに

我が国では、多岐にわたる産業活動に伴い多種多様な固形産業廃棄物が大量に排出されている。それに起因して、近年では最終処分場の逼迫が大きな問題となっており、廃棄物の減量化が重要な位置づけとなっている。今日まで、多くの有機性廃棄物は焼却処理により無害化、減量化が実施されてきた。しかし焼却処理は、燃焼時にダイオキシン類等の汚染物質が発生するため、その対策に排ガス処理等の追加設備を必要とする他、廃棄物中の炭素をCO<sub>2</sub>として放出し、地球温暖化への寄与が考えられるため、それに代わる処理技術の普及が求められている。その代替処理技術の1つとして炭化処理が注目され、それは、廃棄物を低酸素条件下で加熱して有機物を熱分解することで無害化、減量化する技術であり、ダイオキシン類の生成の抑制が可能である。また、炭化処理は分解されやすい有機炭素分を比較的安定な固定炭素に変換可能なためCO<sub>2</sub>の排出抑制効果を有し、安定化した炭素分は利用価値の高い素材利用、エネルギー利用への期待から、研究がなされている。これまで、~20/min程度の低速昇温で炭化処理が行われており、大量の廃棄物の処理には適さないため、高速昇温による処理速度の向上が望まれる。そこで、本研究では、申請者は、高速昇温で炭化処理した炭化生成物の減量化・安定化評価は十分ではなく、処理速度の向上のためには廃棄物の減量化・安定化への昇温速度の影響を評価し、さらに、炭化生成物の燃料利用(図1)を考慮し、その燃焼特性を調査するため、着火温度による評価を中心に報告する。

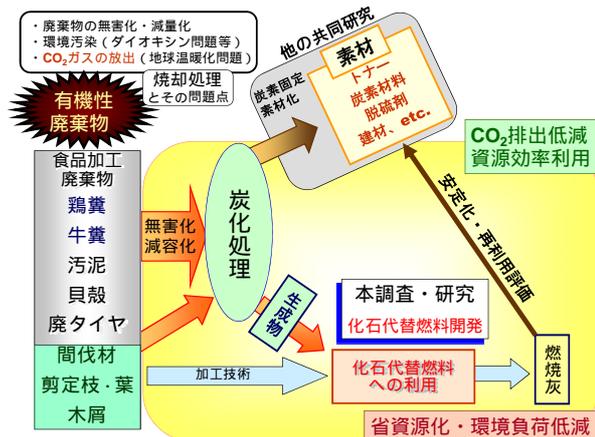


図1 有機性廃棄物の炭化処理とその利用構想

## 2. 試料と実験方法

試料は、固形有機性産業廃棄物の中でも特に処理が問題となっている、林業廃棄物(廃木材)および畜産廃棄物(鶏糞)を選択した。それぞれの組成を分析した。

**2.1. 炭化実験(減量化評価)** 炭化実験は示差熱・熱重量同時測定装置(TG-DTA)を用いて行った。実験前には、加熱炉内の空気を置換するためArガスを30分通気させ、炭化実験を行った。各試料の減量化評価は、得られた熱重量測定結果から行った。

**2.2. 炭化物の易分解性炭素量測定(安定化評価)** 炭化物に0.3 wt.% NaOH水溶液を加え、約80のホットプレート上で3時間保持した後、メンブレンフィルター(孔径0.45 μm)で吸引濾過を行った。濾液をHCl溶液でpH 2~3に調整した後、濾液中に含まれる水溶性有機炭素を全有機炭素(TOC)分析計で測定し、その値を易分解性炭素量とした。

**2.3. 炭化物の着火温度測定(燃焼性評価)** 燃焼実験は、各炭化物に対しTG-DTAを用いて行った。炭化物1mgをTG-DTAに導入し、クリーンエア(250 ml/min)を通気して室温から5/minで昇温させた。その際、急激に起こる発熱反応の発熱ピーク時の温度を着火温度とし、燃焼性評価を行った。

## 3. 結果と考察

**3.1 減量化への昇温速度の影響** 炭化実験により得られた、各試料の無灰ベースにおける熱重量測定

(TG)の結果を Fig. 1、Fig. 2 に示す。これらより廃木材、鶏糞共に 300 ~ 500 に主分解域を持つことがわかる。この温度域での廃木材の減量は、主成分であるセルロースやリグニン中の C-O 結合等が切れ、生じたラジカル種によって更なる分解が進行したことに起因すると考えられる。一方、鶏糞は、

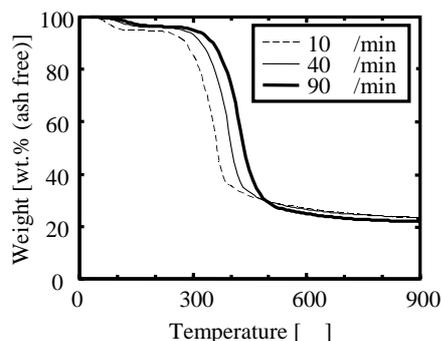


Fig. 1. Effect of heating rate on the weight loss curve (Woody waste).

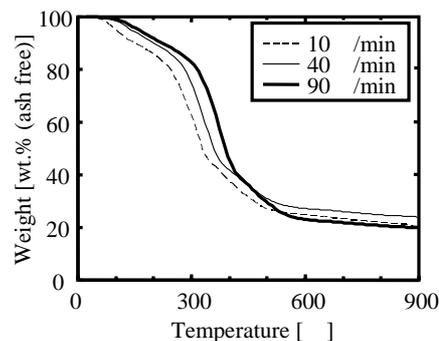


Fig. 2. Effect of heating rate on the weight loss curve (Poultry waste).

その主成分は不明であるが、比較的結合エネルギーの低い C-O、C-N 結合の切断から減量が開始されたと考えられる。また、昇温速度の増加に伴って各試料の主分解域が高温側にシフトした。これは、試料の熱伝導率が比較的小さいため試料内部よりも表面温度が高くなるという温度勾配が生じ、試料内部が熱分解に必要な温度に達したときには外部の温度はより高くなる結果となり、昇温速度が大きいほどこの温度勾配が大きく、高温側にシフトしたと考えられる。

**3.2 炭化物の燃焼性への昇温速度の影響** 炭化温度の増加に伴い炭化生成物の反応性が低下するとの報告から、着火温度の調査は最終温度 500 で作製した炭化物に対してのみ行った (Fig. 3)。廃木材の炭化物において、昇温速度の増加に伴う着火温度の低下 (燃焼反応性の増加) が確認された。低速昇温では長時間処理のため高速昇温より炭素構造が発達・秩序化したため、炭化物表面がより不活性化し、一方、高速昇温では、表面が秩序化される前に処理が終わるため、より活性な表面を持った炭化物が得られたと考えられる。また、鶏糞の炭化物があまり昇温速度の影響を受けなかった理由として、鶏糞は廃木材より多量の灰分を含んでおり、最終温度 500 での炭化処理後は単位重量当りの灰分割が増加したため (40 wt.% 程度)、炭化物の燃焼性が炭素構造の影響を受けにくくなったことが考えられる。

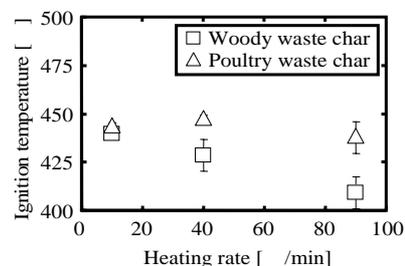


Fig. 3. Effect of heating rate on the ignition temperature of chars.

#### 4. まとめ

廃木材、鶏糞の高速昇温 (90 /min) による炭化処理は、最終温度が同じであれば低速昇温 (10 /min) と同程度の減量化、安定化の効果が得られることが確認でき、処理速度の向上が図れることが示唆された。さらに炭化物の燃料利用に関しても、有機分の多い廃棄物の高速昇温による処理は、より燃焼反応性の高い炭化物が得られる点で有利であることが示唆された。

#### 【参考文献】

- 1) 田中 信壽ら, リサイクル・適正処分のための廃棄物工学の基礎知識, 技報堂出版, (2003)
- 2) N. Whately et al., Multi-utilization of chicken litter as a biomass source. Part I. *Combustion, Energy & Fuels*, 20, 2660-2665 (2006).
- 3) S. H. Beis et al., Fixed-bed pyrolysis of safflower seed: influence of pyrolysis parameters on product yields and compositions, *Renewable Energy*, 26, 21-32 (2002).
- 4) X. Zhang et al., Study on biomass pyrolysis kinetics, *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 128, 493-496 (2006).
- 5) K. Hou et al., Influence of preparation conditions on the combustion reactivity of chars produced from the fast pyrolysis of biomass, *Journal of Fuel Chemistry and Technology*, 33, 450-455 (2005).

#### 【関連発表論文・講演等】

- 1) Wang Q., Shukuzaki N., Sekiguchi K., Sakamoto K., Kurokawa H., Akibayashi T. and Yamada T., Improvement in gasification of biomass briquette accompanying with effective use of waste coal, *Abstracts of International Conference of Renewable Energy 2006, 9-13 October at Makuhari Messe, Chiba, Japan, P-B-25, 98 and Proceedings of Renewable Energy 2006 International Conference and Exhibition, Chiba., 1135-1140 (2006).*
- 2) Wang Q., Endo H., Shukuzaki N., Sekiguchi K., Sakamoto K., Kurokawa H., Nakaya Y. and Akibayashi T., Study on char-biomass briquette of pyrolyzed materials from industrial organic wastes, *ibid*, 1148-1153 (2006).
- 3) 王青躍, 井古田亘佑, ターブルモデル化合物とチャーや灰分との不均一反応に関する基礎研究, 第 43 回石炭学会議発表論文集, 77-78 (2006).
- 4) 王青躍, 宿崎直登, 坂本和彦, 山田哲夫, 廃棄石炭利用バイオブリケットのガス化へのバイオマス添加割合による影響, 第 15 回日本エネルギー学会大会講演要旨集, 369-370 (2006).