

有機系低分子廃棄物の減圧炭化条件に伴う炭化物の特性評価

佐藤公三^{*}、木村雄二^{**}、矢ヶ崎隆義^{**}

^{*}工学院大学大学院工学研究科工業化学専攻修士課程

東京都八王子市中野町 2665-1

^{**}工学院大学工学部環境化学工学科

東京都八王子市中野町 2665-1

概要

近年、省資源、環境保全という観点から、廃棄物を再び資源に戻すリサイクル及び無害化最終処理等クローズドシステムの構築が求められている。そこで、発表者らは、実験用減圧炭化システムを設計・製作し、各種有機系低分子廃棄物の炭化処理を試み、炭化処理操作等の詳細な把握を試みた。本報告では炭化処理温度に注目し、その温度の違いが炭化処理後の炭化物の性質にどのような影響を及ぼすのか等を検討した。これらの結果を報告する。

キーワード

炭化処理、廃棄物、炭化処理温度

1 緒言

現在、省資源、環境保全という立場から、最も理想的な形として廃棄物を再利用する、すなわち再資源化あるいはリサイクルしてこれらを排出しない、クローズドシステムを構築することが求められている。しかし、現在のリサイクル方式（ケミカルリサイクル、エネルギーリサイクル、マテリアルリサイクル）では、完全に廃棄物をリサイクル処理することが出来ず、リサイクル処理時に残さを生じてしまう等、多くの問題等を残している現状にある。

そこで、最終処理及びリサイクル手法の一つとして、筆者等は炭化技術の応用に注目をしている。従来、有機物の炭素化処理技術は、木炭、コークスなどを乾留するという手法として知られており、例えば不融化ピッチ繊維などを不活性ガス中で加熱し炭化するというものなどがある。この場合、炭化率等は比較的低く、炭化物としての製品価値は限られたものとなっている。

本研究では、一般・産業・医療廃棄物を対象に、脱酸素・連続炭化プロセスにより、ダイオキシン、CO₂、NO_x、SO_x等を生成させない有機物の完全炭化処理を試みた。尚、大型実用炉を用いた予備実験などの結果、有効な利用法を有するリサイクル炭化物を得られる手法として、減圧炭化処理法が適することを予め確認している。

今回は、炭化処理条件を細かく制御することが可能となる実験用減圧炭化システムを設計し、これを用い炭化処理条件、供試材料の違いによる炭化処理結果を評価した。それらの結果について報告する。

2 実験方法

2-1 供試材料

減圧炭化処理システムによる有効なりサイクル炭化物を得るための実験には、以下に示す廃棄物を供試材料として用いた。

- ・化学排水活性汚泥（工学院大学八王子キャンパス）

・一般下水道活性汚泥（工学院大学八王子キャンパス）

2-2 減圧炭化処理

減圧炭化システムの工程を Fig.1 に例示する。減圧炭化処理では、炭化炉内を減圧状態にして効率の良い炭化が行われる。

本報告での炭化処理は、圧力をパラメーターとし、常圧、減圧 ($1.0 \times 10^1 \text{Pa}$) の 2 条件で各供試材料について行った。化学排水活性汚泥については、酸素分圧を下げる目的で圧力を常圧としアルゴンガスでこれを置換し炭化処理を行った。

さらに、炭化温度もパラメーターとし一般下水道活性汚泥について炭化を実施した。

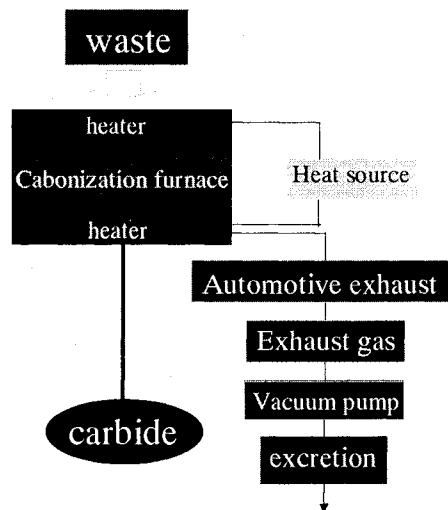


Fig.1 Flow for decompression carbonization processing

Table1 Carbonization treatment condition

Specimen	Temp.[°C]	Time[h]	Pressure[Pa]	a note
chemical wastewater	① 500	5	1.0×10^5	
activated sludge	② 500	5	1.0×10^1	
	③ 500	5	1.0×10^5	*
general sewage	④ 500	3	1.0×10^5	
activated sludge	⑤ 500	3	1.0×10^1	
	⑥ 450	3	1.0×10^1	
	⑦ 400	3	1.0×10^1	
	⑧ 350	3	1.0×10^1	

*: Ar gas 2[h] substitution

2-3 分析手法

減圧炭化処理システムにより得られたリサイクル炭化物の機能評価を行うために、主として以下の分析手法を用いた。

- ・熱分析法 (TG-DTA)
- ・X線回折 (XRD)
- ・エネルギー分散型X線分光法 (EDX)
- ・BET一点法

・電界放射型走査電子顕微鏡 (FE-SEM)

3 結果及び考察

今回、炭化圧力をパラメーターとし実施した①～⑤の炭化条件によって得られた炭化物について、これらがどのような炭化物になっているのかを類推するために TG-DTA、XRD 測定を行った。

Table1 に示した Condition①によって得られた炭化物の TG-DTA 曲線を Fig.2 に示す。500℃付近からの重量減少は、炭素によるものと考えられる。Condition②についても類似した曲線が得られた。Condition③に関しては、Condition①、②と異なり 600℃付近から 800℃付近にかけて発熱反応が確認された。これは、アルゴンガスの置換が影響したと考えられ、アルゴンガスを十分に置換することにより炭化物中の炭素の構造が変化し Fig.3 のような曲線が得られたと考えられる。Condition④、⑤に関しても、500℃付近から重量減少が確認された。

次に、XRD 結果について考察する。Condition①の炭化物の XRD 結果を Fig.4 に示す。Fig.4 より炭素のピークは確認されず、金属酸化物のピークが得られた。また、減圧下 ($1.0 \times 10^1 \text{Pa}$) での炭化処

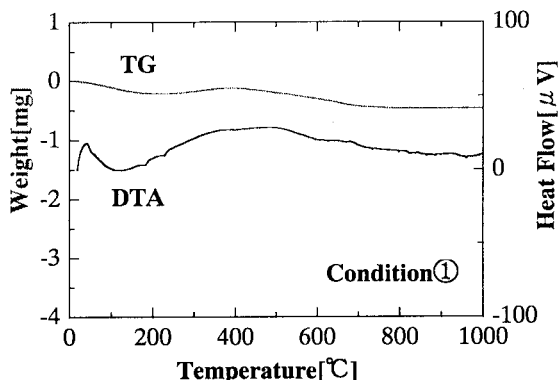


Fig.2 The results of TG-DTA curve

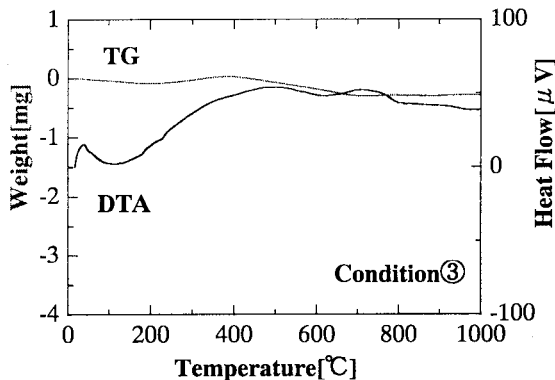


Fig.3 The results of TG-DTA curve

理 (Condition②) により得られた炭化物の XRD 結果は、Fig.5 のようになり、無定形炭素と思われるピークが得られた。酸素分圧を下げる目的で炭化処理した Condition③による処理で得られた炭化物では、Condition①と同様に金属酸化物のピークが顕著であった。

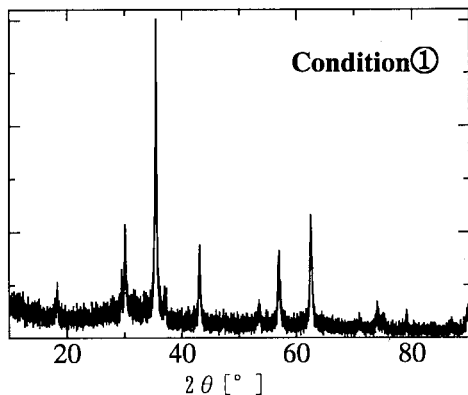


Fig.4 The results of XRD

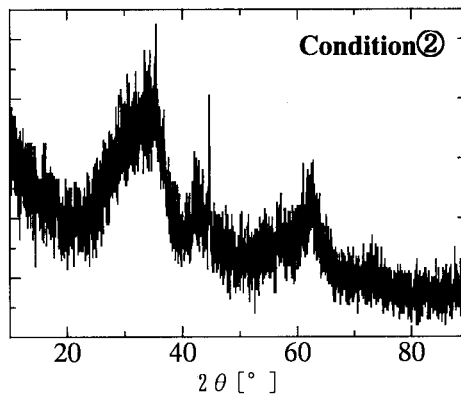


Fig.5 The results of XRD

これらより、酸素分圧を下げる手法として、不活性ガス (アルゴンガス) で置換するよりも、直接にして減圧炭化処理を実施した方が適していることが明らかとなった。

一般下水道活性汚泥の炭化処理によって得られた炭化物の XRD 結果は、Condition④、⑤ともに無定

形炭素と思われるピークが得られた。この結果は、先の化学排水活性汚泥の結果と異なり、炭化条件が常圧 ($1.0 \times 10^5 \text{Pa}$) であっても、炭化処理により得られた炭化物は、無定形炭素になっていることになる。

これらの結果より、化学排水活性汚泥と一般下水道活性汚泥とでは、同じ処理手法であっても炭化物の性質が異なることなどが明らかとなってきた。

次に、先の結果を受け、一般下水道活性汚泥について減圧環境下 ($1.0 \times 10^1 \text{Pa}$) で炭化温度をパラメーター (Condition⑤、⑥、⑦、⑧) とし、炭化処理を実施した結果について考察する。まず、Fig. 6 に Condition⑤ によって得られた炭化物の TG-DTA 結果を示す。500°C 付近から重量減少が見られる。

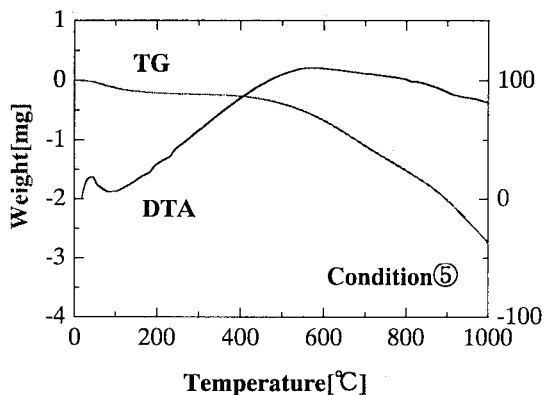


Fig. 6 The results of TG-DTA curve

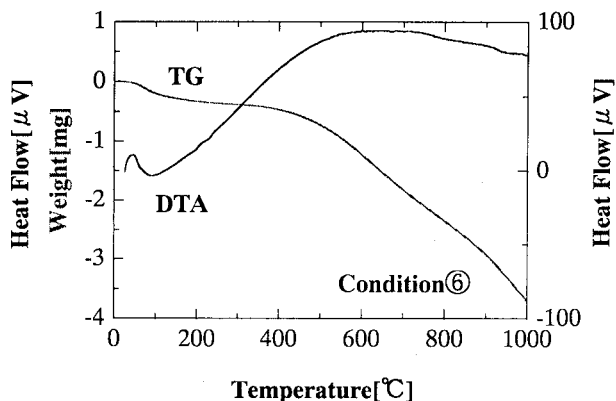


Fig. 7 The results of TG-DTA curve

これは、炭化物中の炭素によるものと考えられる。また、Fig. 7 に Condition⑥ によって得られた炭化物の TG-DTA 結果を示したが、重量減少率は異なるものの Condition⑤ によって得られた炭化物のそれと類似した曲線が得られた。Condition⑦、⑧ によって得られた炭化物についても同様の結果になった。

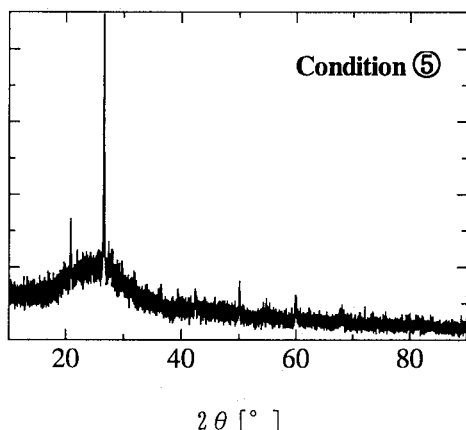


Fig. 8 The results of XRD

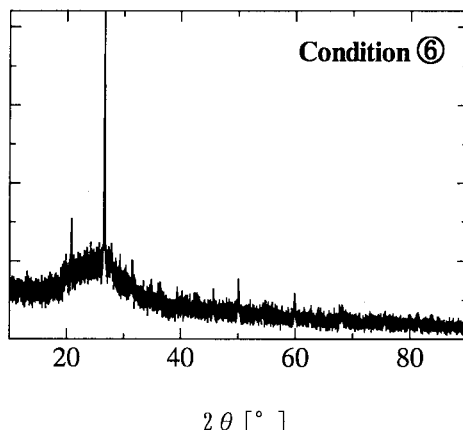


Fig. 9 The results of XRD

次に、XRD 結果について考察する。Condition⑤の炭化物の XRD 結果を Fig. 8 に示す。Fig. 8 より無定形炭素と思われるピークが得られた。Fig. 9 から解るように TG-DTA 結果と同様、Condition⑥、⑦、⑧ についても無定形炭素と思われるピークが得られた。

尚、TG-DTA、XRD 以外の結果については、発表時に示す。

<結言・参考文献：省略>