

プラスチック廃棄物の炭化処理により得られた炭化物の再利用に関わる特性評価

工学院大学 ○矢ヶ崎 隆義 工学院大学 木村 雄二
工学院大学 佐藤 公三 キーコーヒー(株) 佐藤 亮

1. 緒言

環境耐性が高く且つ複雑化した材料がその使命を終え廃棄物となったとき、その処理が大きな社会問題として立ち塞がっていることは見逃せない事実である。現在、有機系廃棄物の処理手段として、種々のマテリアルリサイクル、エネルギーリサイクル、ケミカルリサイクル手法が提案され、あるものは実際に運用され始めている。

プラスチック廃棄物について考えた場合、工場内などの現場で生ずる同廃棄物は、通常種別ごとに分別化され排出されることから、比較的容易に前述のリサイクルの対象となり得る。他方、複合化したプラスチック系廃棄物、一般廃棄物に混雑したプラスチック廃棄物、及び感染症などの恐れから有機低分子物質と一緒に排出される医療用プラスチック廃棄物等については、その分別が極めて困難であることからリサイクルの対象にはなりにくく、その大部分が埋め立てあるいは焼却処分されている状況にある。

埋め立て処分及び焼却により発生する残灰の処理については、埋め立て処分場の慢性的な不足が深刻化する一方、焼却処理工程でダイオキシン等の有害物が発生すること等、多くの課題が残されている現状にある。

本研究では、分別が困難とされるプラスチック系廃棄物を対象とし、その減容化及び最終処理物の有効利用を可能とする処理手段として同系廃棄物の処理に対し炭化技術を適用することを考え、炭化処理装置を試作し同装置によるプラスチック廃棄物及び有機低分子物質を含む同系廃棄物の炭化処理を試みた。併せ、有効利用の観点から、得られた炭化物の吸着特性を評価した。本報では、主として炭化処理条件と吸着特性とについて報告する。

2. 供試材料及び実験方法

2・1 供試材料 実験には、各種プラスチック系廃棄物を想定した以下の供試材料を用いた。

- (1) ポリエチレンテレフタレート樹脂 (PET) / PET ボトル
- (2) 塩化ビニル樹脂 (PVC-1) / 汎用送水配管
- (3) 塩化ビニル樹脂 (PVC-2) / 血液パック・カテーテル
- (4) 複合樹脂 / 院内拭用ティッシュ
- (5) 複合樹脂 / 医療用紙おむつ

2・2 炭化処理装置及び炭化処理条件 炭化処理には処理炉内圧を任意に調整出来、且つガス置換の可能な処理装置を試作しこれを用いた。また、炭化処理時間は、十分に炭化反応が進行することが予め確認された 0.5hr 以上とした。炭化処理条件を以下に示す。

- ①炭化処理前真空乾燥処理: 真空乾燥器中 48hr 保持
- ②
 - 脱塩処理: 炭化炉にて 310℃・0.5hr 保持
 - 炭化処理: 炭化炉にて 500℃・0.5hr、500℃・1hr、500℃・2hr、500℃・3hr 保持

(炭化処理炉内圧: 大気圧(常圧), 1×10^1 Pa(減圧))

2-3 炭化物の分析及び観察手法 炭化処理により得た PVC 等の炭化物の各種特性等を評価するために、主として以下の方法を用いた。

- ・インドフェノール法 (アンモニア吸着法)
- ・熱分析法 (TG-DTA)
- ・X 線回折 (XRD)
- ・電界放射型走査電子顕微鏡 (FE-SEM)
- ・エネルギー分散形 X 線分析装置 (EDX)

3. 結果及び考察

3・1 炭化物の EDX 分析結果 炭化処理によって得られた種々の炭化物について、炭化反応の完結度を類推するために炭化物の EDX 分析を実施した。その結果を Table 1 に示す。いずれの炭化物についても重量濃

Table 1 Results of EDX Analysis. (wt. conc. %)

	Carbide				
	PET	PVC-1	PVC-2	Tissue paper	Napkin
C	93.32	94.56	93.68	98.01	91.87
O	5.75	4.00	5.14	1.22	6.89
Na	0.01	0.03	0.02	0.00	0.07
Si	0.00	0.01	0.00	0.05	0.04
Cl	0.00	0.08	0.04	0.07	0.04

度で 90%以上の炭素が検出された。これらの炭化物の炭素重量濃度は、市販の活性炭の有する炭素重量濃度 C=95.3% とほぼ同レベルであった。したがって、本実験に用いた炭化処理炉による種々の廃棄物の炭化処理によって得られた炭化物は、活性炭に匹敵する炭化度を有する炭化物となっていることが確認された。

3・2 炭化物のTG-DTA 結果 通常、炭化処理をして得られた炭化物は、炭素の同位体である黒鉛あるいは無定形炭素のいずれかになっているものと考えられる。そこで、EDX 分析の結果、活性炭に匹敵する炭化度を有することが確認された種々の炭化物について、それぞれの炭化物を構成する炭素の状態を類推するために、種々の炭化物について熱重量分析 (TG-DTA) 測定を試みた。その一例として、汎用されている送水配管材料用塩化ビニル樹脂を 500℃に 3hr 保持する条件にて炭化した炭化物の TG-DTA 曲線を Fig. 1 に示す。TG 曲線より、350~500℃付近での重量の減少は殆ど認められず、

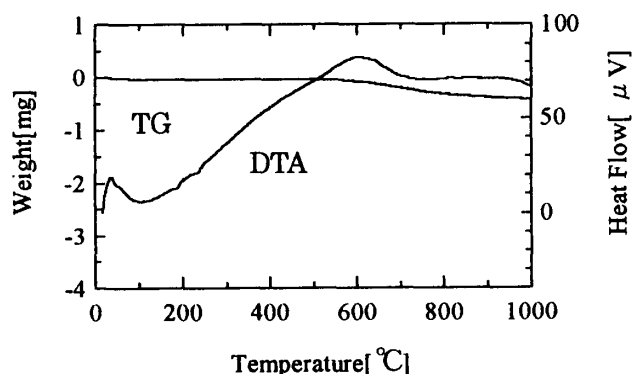


Fig. 1 Result of TG-DTA. (PVC-1)

僅かに 550~600℃付近で重量減少 (発熱反応) が生じている程度であった。いずれの温度領域での重量減少も極めて僅かであることから、未炭化有機物の残存及び測定温度領域での炭化物の構造変化はそれ程大きくはなく安定したものであることが確認された。また、PET 等他の炭化物についても程度の差はあるものの PVC-1 と同様な結果が得られた。一般に、黒鉛は 900℃以上で重量減少を生ずるとされていることから、本実験で得られた炭化物は無定形炭素になっている可能性があるものと考えられる。

3・3 炭化物の XRD 測定結果 炭化処理によって得られた炭化物が、どのような構造を有するのかを確認するために、種々の炭化物について X 線回折 (XRD) 測定を実施した。いずれの炭化物についてもブロード様炭素ピークが認められたが、その形態は炭化物の主体が無定形炭素であることを示唆するものであった。次に、炭化処理に要する時間 (保持時間) の短縮による影響を確認するために、保持時間を変えて炭化処理して得られた炭化物について X 線回折を行なった。Fig. 2 に 500℃で 0.5hr 保持して得た炭化物の XRD 測定結果を示す。3hr 保持 (Fig. : 省略) と Fig. 2 の回折結果とを比較すると、両者でピーク高が若干異なるものの、構造を示す特有ピークについて、その位置は全く同じであることが確認された。この結果及びその他の結果を

考え併せると、炭化時間による炭化物の構造に顕著な優位差はない判断される。しかしながら、炭化処理条

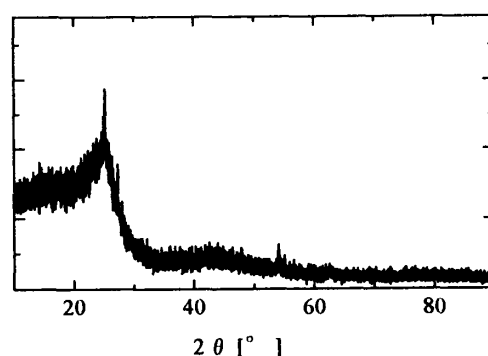


Fig. 2 Result of XRD Measurement. (PVC-1)

件である減圧度及び処理時間が、処理によって得られた炭化物の炭化度及び炭素の構造等に及ぼす影響についての確定のためには、今後、更なる精査が必要であると考えられる。

3・4 炭化物の吸着試験結果 炭化処理によって得られた炭化物が、極めて活性炭に類似した炭素重量濃度を保持し、その構造の主体が無定形炭素であることが確認されたことから、活性炭とこれら炭化物の吸着特性との比較を試みた。インドフェノール法による吸着試験結果を Table 2 に示す。活性炭の吸着能力、吸着速度を 100%と

Table 2 Results of Adsorption Tests. (%)

Carbide	Adsorption Performance	Adsorption rate
Activated carbon	100.0	100.0
PET	11.3	14.9
PVC-1	44.5	61.7
PVC-2	58.1	69.2
Tissue paper	21.6	18.8
Napkin	47.3	59.4

すると、Table に示したように、それぞれの炭化物の有する吸着能力および吸着速度には差異が存在するものの、いずれにしても土壌改良剤等に用いる低品位炭化物を越える吸着特性を保持することが確認された。このことから、プラスチック廃棄物の炭化処理によって得られる炭化物が吸着剤等として再利用出来る可能性のあることが明らかとなった。尚、炭化物の微視観察結果とを考え併せると、それぞれの炭化物における吸着特性の違いは炭化物の表面及び内部の細孔分布等の微細構造に起因するものと考えられることから、今後、吸着特性の向上に寄与する微細構造の改善をも試みる予定である。

<結言・参考文献・謝辞:省略>