

無煙炭化器による廃プラスチックの炭化技術の適用について

長崎大学 学生会員 ○藤井太貴 長崎大学 正会員 大嶺 聖

長崎大学 非会員 佐野秀明

長崎大学 学生会員 Flemmy Samuel Oye

1. はじめに

日本でも「プラスチック資源循環戦略」の策定に向けた検討が進められている。また日本は1人当たりのプラスチック容器包装量は世界で二番目に多く、廃プラスチックの削減及び有効利用が求められている。本研究では、無煙炭化器による廃プラスチックの炭化技術の適用性を実験的に検討する。3種類のプラスチック(PVC, PE, PET)に対して、実験後の炭化物の収率を求め、簡易炭化手法としての有効性を明らかにする。

2. 方法と考察

2. 1 試料

塩化ビニル(PVC)、ポリエチレン(PE)、ポリエチレンテレフタレート(PET)などの包装材や農業で多く出るプラスチック廃棄物を用いた。PVCは、水道用塩ビパイプ、PEは市販のポリエチレンシート、PETは飲料用ペット容器を用いた。PE、PETは体積を減らすためにヒートガンを使い500℃で20~30分熱風をあて溶かした。図1に示すように、それらをステンレスの箱に砂を詰めてその中に埋め、電気炉を使い、600℃で1時間炭化を行った。また無煙炭化器でも同じものを炭化し、それらを比べる。また今回は容器の大きさに制限があるためヒートガンで溶かしているが、溶かさなくても炭化できるかの確認を行った。砂に埋める理由としては、空気中で熱処理を行うと、材料が空気に触れて酸化または脱炭し、材料表面に酸化スケール層が形成される。そのため大気状態での熱処理は、熱処理後にピーリング処理が必要になる。その手間をなくすために不活性ガスをはじめとした雰囲気ガスを加熱炉内に充満させ、酸化・脱炭を防ぐ雰囲気熱処理を行う。今回の無煙炭化器による炭化では、雰囲気ガスは使用できない。そのためステンレス容器に砂と一緒に埋めることで酸素や二酸化炭素に極力触れさせないようにしている。またPVCの炭化の際には、砂のみと炭酸カルシウムまたは水酸化カルシウムを混ぜたものに埋めている。炭酸カルシウムを混ぜる理由としてPVCは燃焼した場合、塩化水素ガスが発生する。炭酸カルシウムや水酸化カルシウムを混ぜることによって、燃焼した際に塩化カルシウムとなり塩化水素の発生を抑えることができると考えられる。



写真1 溶かす前の PET60g



写真2 溶かす前の PE60g

2. 2 無煙炭化器

独自の形状は縁で渦を巻くように燃焼する特徴的な対流燃焼を起こす。この対流燃焼により外に出ようとした未燃焼ガス(煙)が再度引き込まれ再燃焼することにより煙が大変少なくなる。また、この対流燃焼にステンレスの反射熱も加わって、器の中が800℃~900℃の高温状態となることにより、高炭素率(80%~99%)の炭が短時間で大量に生成できる。

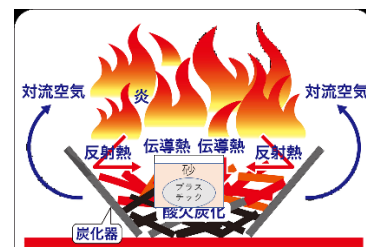


図1 無煙炭化器の構造

2. 3 炭化試験

屋外で無煙炭化器による炭化を約1時間行った。段ボールを着火剤として利用し、火をつけたら燃えやすい炭材を投入する。器内の温度が低いときは煙が出るが、火の勢いが大きくなると無煙になる。炎の勢いが出てきたら、竹材を連続的に投入する。下に積み重なっている竹材は酸欠・窯焼き状態となり炭化が促進される。温度が十分上がってから試料の入ったステンレスの箱を投入する。この際、上の方の温度が800~900℃と高く、下の方の温度が200~300℃と低いため、なるべく新しく投入する竹材の下に移動させることで均一に炭

化することができる。また電気炉を使い 600℃で 1 時間炭化した。

3. 実験結果

電気炉で炭化したものと、無煙炭化器で炭化したものの見た目の差はあまりなく、無煙炭化器でも問題なくプラスチックを炭化できることが分かった。また電気炉で炭化させた際の収率は表 1 のようになっている。PE,PET はその結果よりも収率が高くなっている。また PVC は CaCO_3 有無により約 6%収率の差がでている。電気炉で炭化した場合と、無煙炭化器で炭化した場合の収率では PE と PET の収率に大きな差が出ている。無煙炭化器では正確な値が出なかったため、炭化物を 750℃で焼成し、強熱減量から炭素量を調べ、その値から炭化物の収率を求めた。



写真3 熱風で溶かした PE (69.5g)



写真4 熱風で溶かした PET (79.9g)



写真5 炭化前の PVC (103.5g)



写真6 炭化後の試料の状態
(PE2.7g:算定値)



写真7 炭化後の PET の状態(11.6g:
算定値)



写真8 炭化後の PVC の状態
(18.4g:算定値)

表 1 電気炉で炭化した場合の収率

プラスチック	混和材料	炭化物の収率(%)
PVC(103.5g)	砂666.07g	17.8
PVC(103.3g)	砂228.58g+ CaCO_3 189.78g	19.7
PE(69.5g)	砂552.78g	3.8
PET(79.9g)	砂665.49g	14.5

表 2 無煙炭化器で炭化した場合の収率

プラスチック	混和材料	炭化物の収率(%)
PVC(103.2g)	砂199.72+ CaCO_3 204.85g	17.8
PVC(103.2g)	砂202.38 g + $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 194.39g	23.8
PE(54.8g)	砂465.49 g	0.4
PET(42.9g)	砂751.38 g	3.3

4. おわりに

今回の実験では、電気炉で窒素雰囲気ガスで作る炭と同様に、ステンレスの箱に砂とプラスチックを詰めて焼成することで、電気炉や無煙炭化器で炭化物を簡単に作製できることが示された。今後は、作製した炭化物の化学的性質を調べるために、塩素濃度や pH・電気伝導率を測定する予定である。

参考文献

1) 町田基・春原聡・森脇三郎・立本英機：プラスチック廃棄物から調製した炭化物の調湿特性 廃棄物学会論文誌,pp.322-330,2006

表 3 窒素ガスを流しながら電気炉で炭化させた場合の収率¹⁾

材料	雰囲気ガス	炭化物の収率(%)
PVC 10g	窒素ガス	15
PE 10g	窒素ガス	2
PC+PET=10 g	窒素ガス	12