

コーヒー抽出カスを利用した高比表面積活性炭の調製

[研究代表者] 小林雄一 (工学部応用化学科)

[共同研究者] 小林恭佳 (工学部応用化学科)

研究成果の概要

食品リサイクル法の制定以降、食品製造業での再生利用は進んでいるものの食品小売業や外食産業では再生利用率の目標に達していない。外食産業で排出される食品廃棄物のコーヒー抽出カスに注目し、高比表面積活性炭として再生利用できる可能性について検討した。高比表面積化のために炭酸カリウムを賦活剤とした薬品賦活法により窒素気流下で熱処理を行い、賦活剤含浸率、熱処理温度等が活性炭の細孔構造や比表面積、収率に与える影響について検討した。その結果、賦活剤を 60~70% 配合して不活性ガス中 800~900℃ で熱処理することによって炭素収率は低いものの最大 2700m²/g の高比表面積活性炭を調製できることがわかった。一方、熱処理温度が高くなるほど、また賦活剤配合量が多くなるほど炭素収量が小さくなった。

研究分野：無機材料化学

キーワード：活性炭、食品廃棄物、リサイクル、薬品賦活、多孔体

1. 研究開始当初の背景

平成 12 年に制定された食品リサイクル法により食品廃棄物の発生抑制と減量化とともに、食品循環資源としての再利用や再生利用が必要になった。食品製造業としては飼料や肥料などの原材料として平成 29 年には 95% 程度まで再生利用が進んできたが、食品小売業では 51%、外食産業では 32% の再生利用率であり、さらなる再生利用に向けての研究開発や制度制定が必要である。日本におけるコーヒーの消費量は年間約 45 万トンと推定され、お湯などによる抽出の後にコーヒー抽出カスとして廃棄されてきた。外食産業ではコーヒー抽出カスの肥料化や飼料化の計画が進められているが再生利用率は低いままである。

2. 研究の目的

活性炭は無定形炭素を主体とする多孔質材料であり、様々な有機物を不活性雰囲気中で熱処理後に水蒸気又は空気中で再度熱処理したり、薬品と組み合わせて不活性雰囲気中で熱処理後に洗浄したりする事によって得られる。標準的な活性炭は 300~1400 m²/g の高い比表面積を有しているために吸着性能に優れていること

から、排水処理やガス処理を初めとして化学工業分野の溶剤回収や医薬品分野の液相脱色・分離精製に利用されている³⁾。

本研究では、コーヒー抽出カスに賦活剤として炭酸カリウムを添加して窒素気流中で熱処理することにより高比表面積活性炭を調製する事を目的として、賦活剤配合量や熱処理温度が活性炭の比表面積や細孔容量に与える影響について検討した。

3. 研究の方法

(1) 実験方法

コーヒー抽出カスを蒸留水で洗浄してから十分乾燥し、ボールミルにより短時間乾式粉碎した。粉末試料に対して K₂CO₃ が 30~70 質量% となるように配合して水中で攪拌し、乾燥して含浸させた。乾燥試料を雰囲気制御が可能な管状炉中に設置し、窒素ガスで空気を十分置換した後、窒素ガスを流しながら 600~950℃ まで昇温し 1 時間保持した。その後、200℃ 以下になるまで窒素ガスを流しながら炉内放冷した。熱処理後の試料は蒸留水中で攪拌し、pH が 7 になるまでろ過洗浄した。

(2) 測定方法

得られた試料の比表面積や細孔径分布測定には、全自動ガス吸着量測定装置 AUTOSORB-3B (Quantachrome Instruments) を使用した。なお、比表面積は BET 法、細孔径分布は BJH 法により求めた。収率は、コーヒー抽出カスの乾燥重量ベースの活性炭重量として求めた。細孔径は、2 nm 以下をマイクロ孔、2 ~ 50 nm をメソ孔、50 nm 以上をマクロ孔とした。

4. 研究成果

コーヒー抽出カスに賦活剤として炭酸カリウムを 30 ~ 60% 配合して 800°C で熱処理した試料の BET 比表面積と炭素収率を図 1 に示す。炭酸カリウム配合量が増加するにしたがって比表面積は 2600 m²/g まで増加した。一方、炭酸カリウム量が 60% までは炭素収率が約 20% で概ね一定であるが、炭酸カリウム配合量が 70% になると収率は 10% まで急激に低下した。

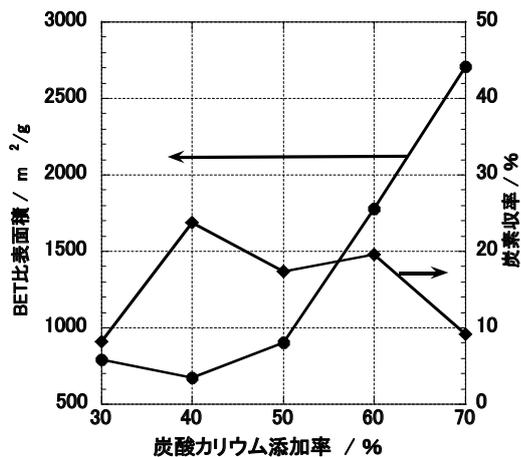


図 1 炭酸カルシウム添加量と活性炭の比表面積および炭素収率の関係

図 1 と同じ試料の細孔容量の測定結果を図 2 に示す。炭酸カリウムの添加量が増加すると BET 比表面積と同様に全細孔容量が増加した。全気孔容量に占めるマイクロ孔、メソ孔、マクロ孔の割合は炭酸カリウム添加量によらず概ね一定の値を示し、それぞれ 67%、29%、4% であった。

得られた活性炭の BET 比表面積及び炭素収率を総合的に判断すると炭酸カルシウム添加量は 60% までが良いと判断した。

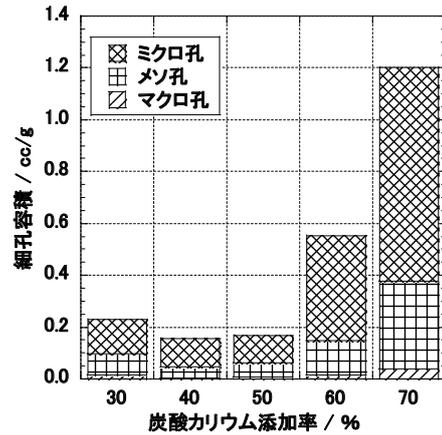


図 2 炭酸カリウム添加量と活性炭の細孔容量

コーヒー抽出カスに賦活剤として炭酸カリウムを 60% 配合含浸させた乾燥試料を窒素ガス雰囲気下 600 ~ 1000°C で 1 時間熱処理し、炉内放冷した場合の BET 比表面積と炭素収率を図 3 に示す。

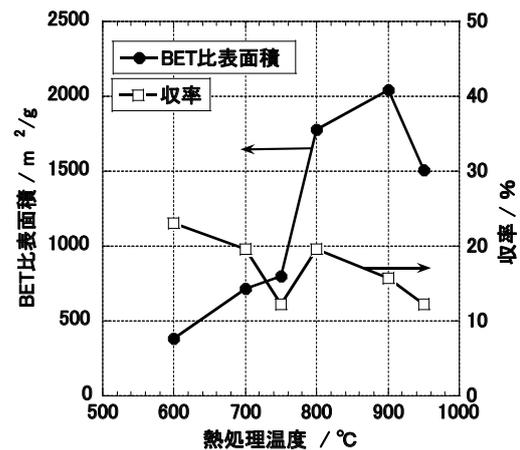


図 3 活性炭の熱処理温度別比表面積と炭素収率

いずれの試料も 600°C から 900°C まで BET 比表面積が増加し 900°C 以上では低下した。最大の BET 比表面積は約 2000 m²/g であり、市販の活性炭と比較して極めて高い値を示した。

5. まとめ

コーヒー抽出カスに賦活剤として炭酸カリウムを添加して高温で熱処理し活性炭を調製した。その結果、炭酸カリウム添加量 70% の試料を 800°C で熱処理した場合に、炭素収率が約 10% で低いものの BET 比表面積が 2700 m²/g に達した。