

コーヒー抽出カスの空気賦活によるバイオ活性炭の調製

[研究代表者] 小林雄一 (工学部応用化学科)
[共同研究者] 若杉春弥 (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。従来炭酸カリウムや炭酸ナト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うことで高比表面積化が可能である事を報告してきたが、賦活後の中和や洗浄処理が必要である等の課題があった。本研究では窒素雰囲気中で炭化したのち空気賦活して熱処理温度等が活性炭の細孔容量や比表面積、収率に与える影響について検討した。その結果、800℃で炭化処理した後に850～900℃で空気賦活することによって BET 比表面積が 900m²/g 以上の活性炭を得ることができた。

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かす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⁾。

従来高比表面積活性炭を得るために K₂CO₃、Na₂CO₃ 等の薬品を有機物に配合してから N₂ や Ar 中で熱処理し、冷却後に中和または大量の水で洗浄する等の処理が行われている。本研究では、低コストで廃液処理が不要な活性炭の調製方法として、有機物質を炭化させてから空気中で賦活化する簡便な方法を採用し、比表面積や細孔容量等に及ぼす熱処理温度や時間の影響について検討し、800m²/g 以上の比表面積が得られる条件を明らかにした。

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、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、80mL/min.の流量で窒素ガスを流しながら 800℃まで昇温し 1 時間保持して炭化処理を行った。その後、炉内温度を 600～1000℃に昇温してから 80mL/min.の流量で空気を流して所定時間賦活処理を行った。熱処理を行った。冷却中の変化を防ぐために流入ガスを窒素に変更してから 300℃以下になるまで炉内放冷した。

(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 (アントンパール) 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 以下をミクロ孔、2~50 nm をメソ孔、50 nm 以上をマクロ孔とした。

4. 研究成果

800°Cで炭化処理した後 600~750°Cで空気賦活化処理を行った場合は 500m²/g 以上の比表面積を得ることはできなかった。850°Cで賦活化した試料の細孔容量を図 1 に示す。45 分以上の賦活により 300m²/g 以上の比表面積を示した。

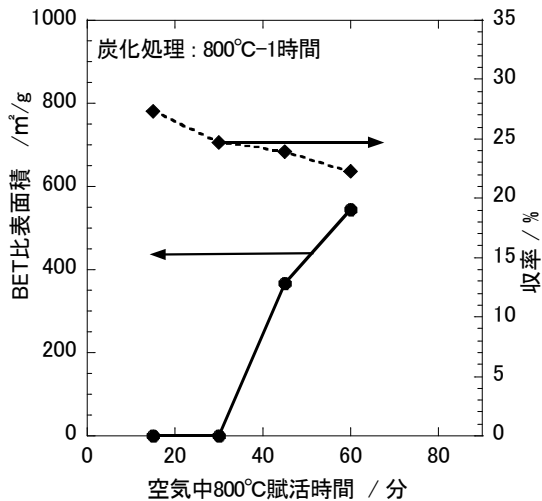


図 1 800°C空気賦活化試料の BET 比表面積と収率

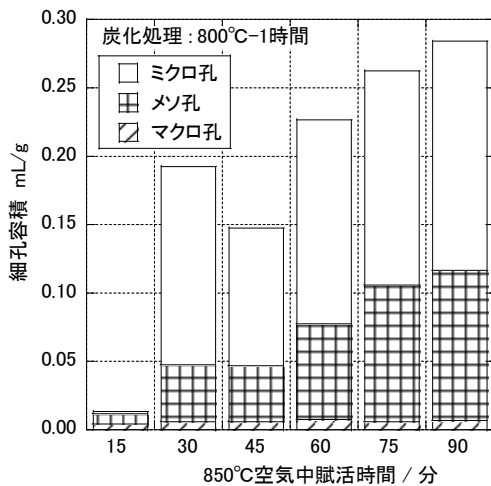


図 2 850°C空気賦活化試料の細孔容量

図 2 及び図 3 に 850°Cで空気賦活化した試料の細孔容積及び比表面積と収率を示す。賦活化時間が 60 分以上で比表面積 700m²/g 以上の比表面積を示した。

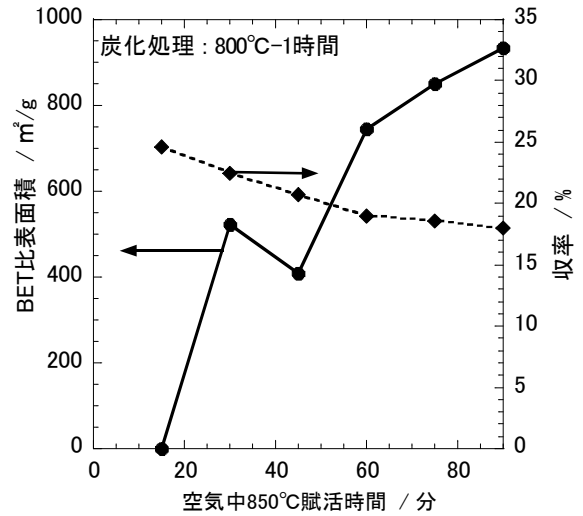


図 3 850°C空気賦活化試料の BET 比表面積と収率

900°C空気中賦活化試料の比表面積と収率を図 4 に示す。60 分賦活で 900m²/g 以上の比表面積を示した。空気中 950~1000°Cの賦活条件では比表面積は小さくなった。

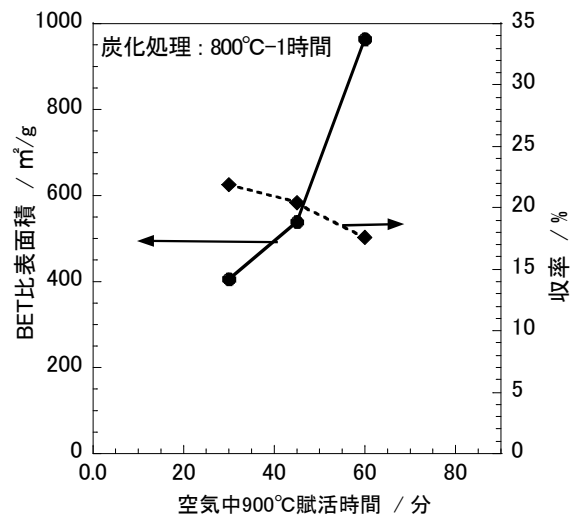


図 4 900°C空気中賦活化試料の BET 比表面積と収率

5. まとめ

コーヒーカスを 800°Cで炭化させてから空気中で賦活化する簡便な方法を採用し、比表面積や細孔容量等に及ぼす熱処理温度や時間の影響について検討した。その結果、850~900°Cで空気賦活化することによって BET 比表面積が 900m²/g に達した。