

家庭用活性炭の再生に関する一考察

小林久芳・細川健次・山口克

A note on recycling of active carbons for home use

HISAYOSHII KOBAYASHI, KENJI HOSOKAWA
and MASARU YAMAGUCHI

We examined possibility of recycling active carbons for home use by means of microwave oven. Active carbons used in refrigerators over one year were irradiated by high frequencies for 5 to 15 minutes. Recovery of adsorbing power of samples was confirmed by the iodine adsorption method. The DTA method also showed that the adsorbed water and parts of other gas molecules were removed by high frequency irradiation.

1. はじめに

活性炭は医薬品や水の浄化をはじめとして大変古くから、人類の歴史に関わりを持ってきた。近年はガスマスク等の軍用品から種々の食品の精製にまで広く用いられている。〔1〕また、家庭においても最近では冷蔵庫のみならず室内の脱臭、空気の浄化などの生活アメニティ関連の需要も増え、さらに病院では人工透析に用いる生体用活性炭〔2〕まで種々の新しい用途も開拓されてきた。しかし、食品工業や浄水場で大量に用いる場合は再生して繰り返し使用されているが、家庭で使用される場合は使い捨てが普通である。また、家庭における使用の場合は、活性炭の吸着能の低下の程度をモニターすることも行なわれていない。

本研究では、主に家庭の冷蔵庫内で使用される脱臭用活性炭を家庭で再生する可能な方法として、家庭用電子調理器を用いる方法を検討した。このために種々の処理を行なった活性炭の吸着能を測定するとともにその吸着状態について調べた。

2. 実験方法

2.1. 試料について

市販の2種類の冷蔵庫用活性炭（これを製品Aおよび製品Bとする）について、それぞれ新品と既に冷蔵庫で1年以上使用したものを用意した。後者を種々の方法で再生処理してその吸着能などを無処理および新品と比較した。製品Aの外観は製品Bに比べて粒径が小さく、表面の光沢にもすぐれていた。

2.2. 再生方法

磁製の容器に活性炭を分散させ、これを家庭用電子調理器（定格高周波出力500W相当）に入れて5分から15分間高周波を照射した。活性炭の一部分は電気の良導体であるから粒子同志が接触するとアーク放電が起る。これを防ぐためにできるだけ粒子を容器全体に分散させた。また、高周波を用いずに通常の電気がで350°Cで1時間加熱した試料も調製し比較をおこなった。

2.3. 吸着能の測定方法

活性炭の吸着能を調べるために、その表面積を測定する方法が通常行なわれるが、この方法では始めに試料を加熱しつつ真空脱気するため、本研究の目的にはあまり適していない。しかし、参考データを採るために、この試料についてはガス吸着法による表面積も

測定した。代りに本研究では J I S で定められているヨウ素吸着法を採用した。〔2〕この方法の詳細は成書を参照されたい。ここでは概要を要約する。100mlの三角フラスコに0.1Nヨウ素溶液と活性炭0.25gを入れ、15分間振とうする。その後チオ硫酸ナトリウム溶液で溶液中に残っているヨウ素を逆滴定し、これから活性炭が吸着したヨウ素量を算出した。

2.4. その他の測定方法

活性炭に吸着しているガスの状態を調べるため、活性炭試料を参照物質とともに加熱し、一定速度で温度を上昇させたときの熱の出入りを非平衡的に調べる示差熱分析 (Differential Thermal Analysis) を行なった。また、高周波あるいは電気炉加熱による吸着物質の量的変化を大雑把に見積もるため加熱後の重量の減少量も測定した。

3. 結果・考察

3.1. ヨウ素吸着量の変化

種々の処理を行なった活性炭のヨウ素吸着量を表1に示す。ヨウ素吸着量の多いもの程、吸着力が強いことを示す。新品が最も吸着力が強いのは当然として、使用済み活性炭は製品Aの350°C時間加熱処理を例外として、再生処理を行なうと無処理に比べて吸着力が回復して来ることを示している。製品A、Bとも高周波5分処理と高周波10分処理とでヨウ素吸着量が逆転している。この理由として単なる実験誤差の可能性も否定できないが、この結果が正しいとすると高周波10分処理では活性炭の構造が変化して、かえって吸着力が

表1 活性炭の再生処理によるヨウ素吸着量の変化

試料	処理法	ヨウ素吸着量 (mg/g)
製品A		
新品		514.5
使用済無処理		421.2
"	高周波 5分	454.7
"	高周波 10分	429.8
"	350°C 1時間	415.8
製品B		
新品		422.6
使用済無処理		263.0
"	高周波 5分	346.0
"	高周波 10分	332.9
"	350°C 1時間	400.6

弱まるようになったためと思われる。また、製品Aの350°C 1時間加熱処理では再生の効果が現われていないが、詳しい理由は現在わかっていない。

製品A、Bでは新品、使用済みとも製品Aの方が吸着力が強く、製品Aの使用済みは製品Bの新品並みの吸着力を保有している。従って製品Aの吸着力を人為的にさらに低下させてから再生処理を行なうと、その効果がより一層はっきりしたと思われる。これに対して製品Bは新品と使用済み無処理とで吸着力の差が大きく、再生処理の効果もはっきりと現れた。

結果的に再生方法として、製品Aでは高周波処理が適しており、製品Bでは逆に通常の加熱処理がより効果があったが、製品Aと製品Bとでは活性炭の細孔その他の構造に違いがあり、それが測定結果の違いに反映されたものと考えられる。

3.2. 示差熱分析による測定

製品A、Bについて示差熱分析で温度の上昇に伴う状態変化を調べた結果をそれぞれ図1、2に示す。基準線よりも下に現れるピークは吸熱反応、上に現れる

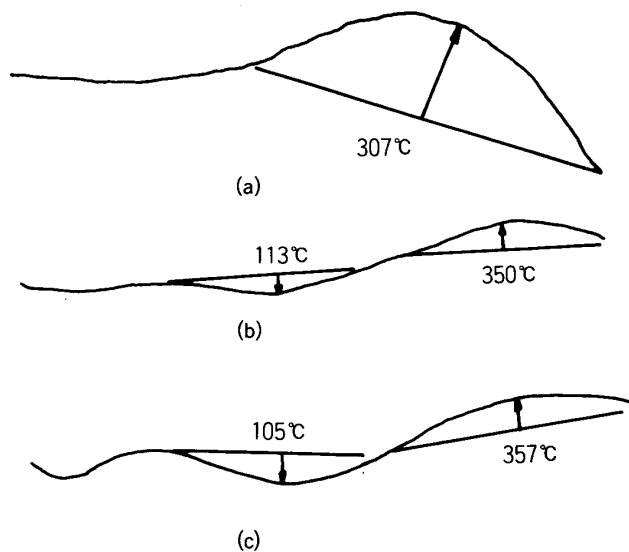


図1 製品Aの示差熱分析による測定結果
基準線よりも下に現れるピーク(↓で示す)は吸熱反応、上に現れるピーク(↑で示す)は発熱反応に対応する。
(a) 5分照射 (b) 10分照射 (c) 15分照射。

ピークは発熱反応に対応する。製品Aの10分、15分照射試料では105~113°Cに、製品Bでは45~60°Cに吸熱ピークが現れているが、これは水の脱離によるものである。興味あることに照射時間を長くすると予想に反して吸熱ピークは大きくなっている。これは高周波照射によって活性炭の表面が活性化され、示差熱分析用に試料を調製している間に水が吸着したものと考えら

れる。実際に新品の試料においても大きな吸熱ピークが観測された。また、ピークの位置が製品Aの方が製品Bよりも高温側に現れることは、製品Aがより活性な活性炭で水分子を強く吸着するためピークが高温側にシフトしたと考えることができ、先に述べたヨウ素吸着の結果とも一致する。

200~300℃付近の発熱ピークは吸着していた種々のガスの一部が分解などの反応を起こしたためである。このピークの大きさが試料の照射時間とともに小さくなっていることは照射によって吸着していたガスの一部が脱離したことを表している。

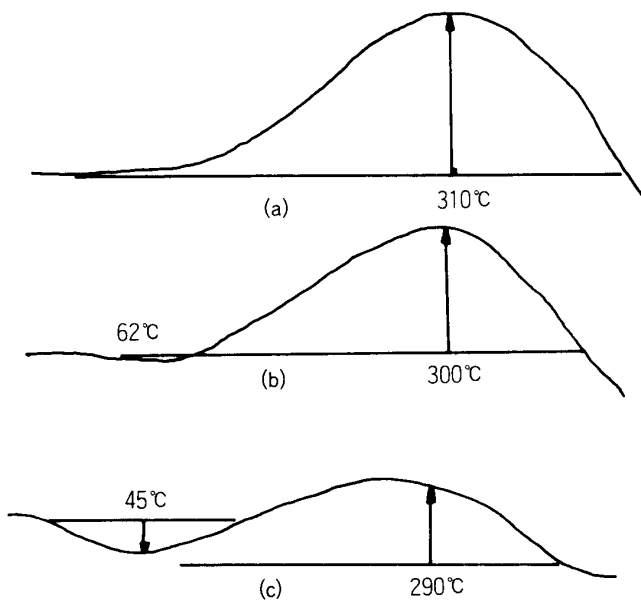


図2 製品Bの示差熱分析による測定結果
基準線よりも下に現れるピーク(↓で示す)は吸熱反応、上に現れるピーク(↑で示す)は発熱反応に対応する。
(a)5分照射(b)10分照射(c)15分照射。

3.3. その他の変化

BET法による活性炭表面積の測定は、製品Aの使用済み無処理と高周波10分照射の試料に対して行なった。無処理および10分照射での表面積はそれぞれ899と807 m^2/g であった。高周波の照射で表面積が減少することがわかるが、これはヨウ素吸着での吸着量が5分照射とで逆転した結果を説明する。

照射または加熱による重量の減少の様子を表2に示す。減少率は照射時間あまり関係なく製品Aでは、16~17%、製品Bでは19%である。この中身は吸着していた水分と他のガスの一部が脱離したものと、活性炭そのもののアーク放電による損失からなっていると思われる。電気炉による加熱でもほとんど同じ結果が得られていることから、アーク放電による損失はそれほど大きくないことがわかる。

表2 活性炭の再生処理による重量の減少

試料	処理法	減少率 (%) ^{a)}
製品A		
新品		15.92
使用済み無処理		16.80
"	高周波5分	16.73
"	高周波10分	14.78
"	350℃ 1時間	
製品B		
新品		19.26
使用済み無処理		19.34
"	高周波5分	19.30
"	高周波10分	19.30
"	350℃ 1時間	

$$^a)\text{減少率}(\%) = (\text{加熱前の重量} - \text{加熱後の重量}) / (\text{加熱前の重量}) \times 100$$

4. おわりに

本研究では家庭用活性炭の家庭用電子調理器による再生の可能性をさぐるための基礎データを測定した。得られた結果から高周波の照射による活性炭の吸着能の回復が、有意の差として認められた。この過程は電子調理器の高周波が直接吸着水分子の回転運動を励起し、その脱離に誘発されて他の悪臭の元になる吸着分子も脱離するものと考えられる。

活性炭は塩化カルシウムやシリカゲルと異なり伝導性があるため粒子同士が接触しないようにして高周波を照射する必要がある。このため現状では一度に処理できる量が少ないという制約があるが、これは今後、活性炭の充填方法を工夫することで解決できると思われる。また、発振管から出る高周波が調理器内部で、どの程度均一であるかという点も、今後、測定データの定量性、信頼性を向上させるためには押えておかなければならない問題である。最後に、本研究で用いた実験方法は再生の問題だけでなく、新品の製品の性能評価にも応用することが可能であると考えている。

(1988年8月15日受理)

文献

- [1] 柳井, "活性炭読本" 日刊工業新聞社, 1976年
- [2] 中林, "吸着用材料" 化学総説No.21, p149, 日本化学会 1978年
- [3] 炭素材料学会編 活性炭—基礎と応用— 講談社サイエンティフィック 1975年