

水吸着時の活性炭の構造解析

Structural analysis of activated carbon under H₂O adsorption

長岡技大(院)

○山田 拓実, 戸田 宏枝, 戸田 育民, 大塩 茂夫, 村松 寛之, 姫野 修司, 齋藤 秀俊

Nagaoka Univ. Tech.

○T. Yamada, H. Toda, I. Toda, S. Ohshio, H. Muramatsu, S. Himeno, H. Saitoh

E-mail: hts@nagaokaut.ac.jp

[諸言] われわれはもみ殻やリグニンなどの材料を出発原料とし、アルカリ賦活により活性炭を合成している。こういった活性炭は水、二酸化炭素、水素などに対して吸着特性を示すことから、これまで窒素 BET(Brunauer, Emmett, Teller)法の結果から得た径 0.6 nm や 1.1 nm であるマイクロ孔がそれらを吸着していると考えてきた。活性炭の構造がグラファイトであると仮定すれば、このような孔があいていてもスリット状の孔でなければならず、すなわちグラファイトを構成するグラフェンが規則正しく 1 枚ずつ抜けていなければならず、このような物質が構造を保てるかどうか、はなはだ疑問であった。通常のグラファイト構造中の 0.34 nm の層間に対して水分子が炭素 2 原子あたり(六角形構造 1 個あたり)3 個が侵入吸着した時の吸着量及び吸着密度を算出してみると、1.69 g/g、5.03 g/cm³ となり、常温常圧下の水よりもはるかに高密度で水を吸着貯蔵できることになる。すなわち、層間に分子が侵入することさえできれば大量の分子を吸着することがもともとできるわけだし、ここで吸着メカニズムを考え直した方がよいとの結論に至った。そこで本報告では、活性炭における分子吸着位置を模索するため、水を吸着させた活性炭を XRD 測定する事により、水吸着時の活性炭の構造を議論する。

[実験方法] 比表面積 2220 m²/g、全細孔容積 1.67 cm³/g の活性炭 0.1 g を試料とした。密閉容器内に活性炭を入れ十分に乾燥した後、温度 20 °C、湿度 100 % の条件で 24 h 静置して活性炭に水を吸着させた。次に、活性炭の微細構造を透過型電子顕微鏡(TEM)法にて評価した。水の吸着前後の活性炭の結晶構造を X 線回折(XRD)法で評価した。

[結果と考察] 本研究室で調製した活性炭に水を吸着させると、吸着量は 2.7 g/g に達した。Figure 1 に試料として用いた活性炭の TEM 像を示す。これより、活性炭の内部にはグラフェンが平面に発達している事が分かる。賦活前にはこのような明確な平面構造が見られていなかった。Figure 2 に水の吸脱着時における活性炭の XRD プロファイルを示す。(a)乾燥時にはプロファイルは無定形を示しているのに対し、(b)吸着時にはグラファイトの乱層構造である(02)並びに(10)の回折線が明瞭に確認できる。以上の結果より、水吸着の際、無定形構造の層間に水が侵入吸着する事により、層間が約 0.35 nm の幅に均一化され、吸着後の XRD プロファイルに回折線が現れたと推測される。構造をグラファイトとして仮定すると、吸着量 2.7 g/g で炭素原子 2 個あたり 4.3 個の水分子が層に吸着したことになる。

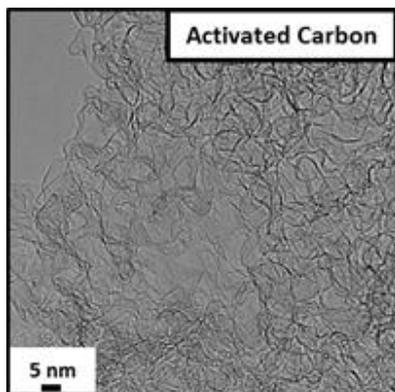
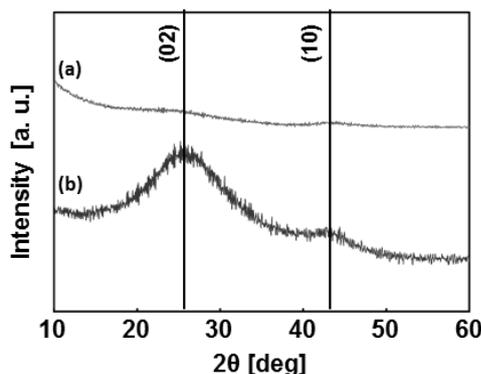


Fig. 1. TEM image with activated carbon.

Fig. 2. XRD patterns of (a) dried activated carbon and (b) H₂O-adsorbed activated carbon.