

## 材料開発だけじゃない！ 廃棄物リサイクルと低炭素社会推進に貢献する炭素材料製造技術

キーワード：活性炭、木炭、竹炭、炭化物、吸着、有機性廃棄物

### はじめに

活性炭は、代表的な多孔性炭素材料であり、吸着剤として水処理やガス処理に多用されています。木炭などの炭化物も吸着作用を示すことから、燃料としての需要減を背景に、吸着剤としての利用例が増えています。このような多孔性炭素材料は、当初、環境浄化や環境汚染防止を目的に普及が進みましたが、やがて廃棄物リサイクル技術の観点からも有望視されるようになってきました。

当研究所森之宮センターでは、長年培ってきた活性炭の製造と応用に関するノウハウを活かし、関連する様々な技術的な試みを支援するとともに、社会的ニーズも反映して、研究成果を報告してきました。その一端をご紹介します。

### 原料となる有機性廃棄物

多孔性炭素材料の原料となるのは、炭素分を多く含む有機性のものです<sup>1)</sup>。有機性廃棄物を炭化すると一様に炭になるので、細かな分別が不要であるという利点があります。また、炭化は炭素の固定化であり、廃棄物焼却量の減少につながるため、低炭素社会推進に寄与します。

表1 検討対象となる有機性廃棄物の例

廃棄物の種別	具体例や発生状況
わら類	稲わら、麦わら、もみ殻
木屑・樹皮	端材、チップ屑、製材過程の残廃材、建築廃材、廃木材、丸太の外皮
天然の木竹草類	剪定枝、間伐材、竹、芝刈屑、除草屑
果実殻・種子	ナッツ類、綿実殻、梅干しの種
紙類	端材、製本屑、再生紙にできない紙
繊維・衣料	端材、古着、廃棄ふとん
樹脂	加工屑、廃棄のために固めたもの、イオン交換樹脂、PETボトル
ゴム類	廃タイヤ、紙送り用ローラー
塗料・顔料類	塗料粕、塗装屑
生ゴミ	家庭や外食産業での食品残渣、調理屑
動植物性残渣	食品製造業や食肉加工で発生する搾汁粕・野菜屑・骨・脂肪類
家畜ふん尿	牛・豚・鶏の排泄物
下水汚泥	下水処理場の余剰汚泥、浄化槽清掃で発生する汚泥

### 木炭・木質活性炭

製材屑(オガ屑)は、従来から木質活性炭の原料に用いられてきました。間伐材や廃木材などの大量の未利用木質資源についても炭化による吸着剤への変換には根強いニーズがありますが、目的や用途に応じてどのような特徴をもつ木炭あるいは活性炭を作るか“的を絞る”ことも重要になります。

当センターでは、針葉樹(ヒノキ)と広葉樹(ナラ)の木炭について、炭化条件と吸着特性の関係を重層的に調べました<sup>2)</sup>。その知見も参考にして、様々な条件でスギ活性炭を製造し、代表的なトリハロメタンであるクロロホルムの吸着等温線を測定しました。その結果、市販品より比表面積が小さくても高吸着量となる製造条件を見いだしました(図1)<sup>3)</sup>。

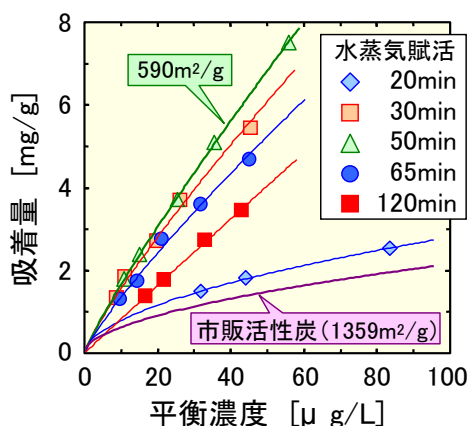


図1 スギ活性炭へのクロロホルムの吸着等温線(25℃)

### 竹炭・竹活性炭

竹(主にモウソウチク)は生長が速く、樹木に比べて伐採による自然破壊の恐れが小さいと言われます。近年は、里山の保全のために大量に伐採される竹の有効利用が模索され、炭化して得られる竹炭を吸着剤として利用する例が増えています。

竹炭の細孔径分布を調べたところ、木炭とは異なりメソ孔の占める割合がかなり大きいことがわかりました(図2)<sup>4)</sup>。メソ孔では毛管凝縮が起こりやすく、高湿度では水蒸気吸着量が急増することが知られています。この特徴を活かし、竹炭は湿度調節材としての利用例が多く見られます。

当センターでは、竹炭を賦活して竹活性炭の製造を試みました<sup>5,6)</sup>。竹活性炭の細孔径は比較的小

さめで、ヤシ殻活性炭に類似の細孔径分布をもつことがわかりました。ヤシ殻活性炭と同様の汎用性も期待できることから、竹活性炭の普及についても検討しています。

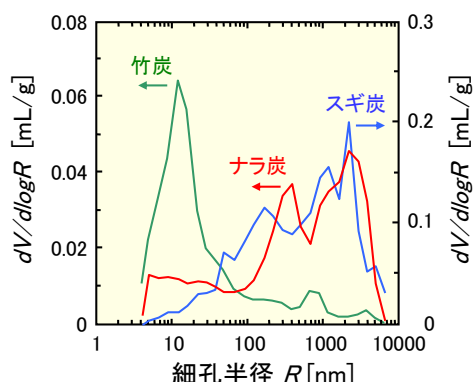


図2 竹炭および木炭の細孔径分布

### 繊維廃棄物由来活性炭

繊維廃棄物のリサイクル率は20%程度と低く、一層の技術開発が求められています。大阪はもともと繊維産業が盛んな土地柄でもあり、繊維廃棄物の活性炭化への関心は高いものがあります。

当センターでも、コットンおよびポリエステルから活性炭を製造してその特徴を調べ(図3)、原料の対象を廃樹脂へも広げつつ、ホルモン作用物質やVOCの吸着除去、水蒸気吸着などへの有用性を明らかにしてきました<sup>7-10)</sup>。また、応用促進の観点から、繊維由来活性炭を漉き込んだ紙など、複合化や製品に近い状態での評価も行っています。

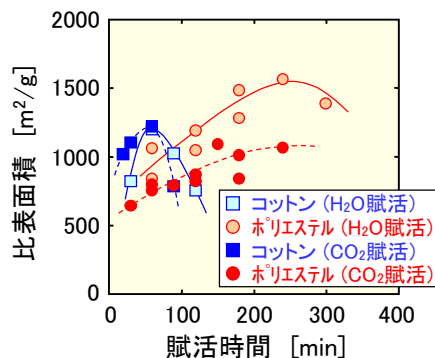


図3 繊維種の違いによる細孔特性への影響

### 薬品賦活の導入

活性炭製造実験では、主に水蒸気賦活を試みますが、機器類の耐薬品化に代わる工夫を採り入れて一部で薬品賦活を実施しています。

廃棄物利用の一環で、果実殻からアルカリ賦活で高比表面積かつメソ孔質の活性炭を製造し、電極材料としての適否を検討した例などがあります<sup>11)</sup>。また、工業的には実施例のない薬品類を賦活剤にした活性炭製造も試みており、ヨウ化カリウム(KI)での賦活作用を確認しています(図4)<sup>12)</sup>。

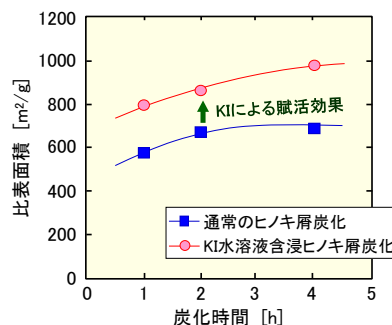


図4 KIによる薬品賦活効果(800°C炭化時)

### おわりに

当センターでは、活性炭や木炭類などの多孔性炭素材料の製造設備を保有し、平成28年度には黒鉛化が可能な超高温炉を導入して、様々な炭素材料の開発およびその製造技術の開発に対するニーズにお応えしています。また、炭素材料の物性や性能の評価を通じて、多様な分野への応用展開を支援しています。



### 参考文献

- 1) 安部; *科学と工業* **78**(8), 436-442(2004).
- 2) 安部, 岩崎, 岩田, 古南, 計良; *炭素*, **1998** [No.185], 277-284.
- 3) I.Abe, T.Fukuhara, J.Maruyama, H.Tatsumoto, S.Iwasaki; *Carbon*, **39**, 1069-1073(2001).
- 4) 安部, 岩崎, 丸山, 大江, 福原; *科学と工業*, **75**(7), 331-333(2001).
- 5) 安部, 岩崎, 浅見, 千田; *炭素*, **2003** [No.208], 114-119.
- 6) 岩崎, 長谷川, 大爺, 澁谷, 安部; *炭素*, **2005** [No.220], 270-275.
- 7) S.Iwasaki, T.Fukuhara, Y.Yoshimura, R. Sakaguchi, Y.Shibutani, I.Abe; *SEN'I GAKKAISHI*, **57**(12), 359-363(2001).
- 8) 岩崎, 安部; *科学と工業* **81**(9), 470-474(2001).
- 9) 福原, 岩崎, 篠原, 安部; *環境衛生工学研究*, **19**(1), 20-28(2005).
- 10) 岩崎, 長谷川, 吉仲, 福原, 長谷川, 木村, 安部; *炭素*, **2009** [No.239], 141-145.
- 11) A.Dobashi, Y.Shu, T.Hasegawa, J.Maruyama, S.Iwasaki, Y.Shen, H.Uyama; *Electrochem.*, **83**(5), 351-353(2015).
- 12) 岩崎, 長谷川, 福原, 丸山; *炭素*, **2014** [No.261], 8-13.

発行日 2017年12月1日

作成者 環境技術研究部 炭素材料研究室 岩崎 訓、長谷川 貴洋

生産環境工学研究室 福原 知子、丸山 純、丸山 翔平

Phone: 06-6963-8045

E-mail: iwasaki@omtri.or.jp