

各種木炭を利用した廃食油およびバイオディーゼル燃料の精製

—脂肪酸に対する木炭の吸着特性—

日大生産工 (院) ○寺井 智久

日大生産工 古川 茂樹

1 緒言

近年、バイオマス燃料の有効利用が期待されている。バイオマス燃料はカーボンニュートラルという特性を有し、燃料として消費した際に大気中の CO_2 量を相対的に増加させないとされている。代表的なバイオマス燃料としてバイオディーゼル燃料(以下 BDF)がある。BDFは一般的に水酸化ナトリウムなどの塩基性触媒下、植物油とメタノールのエステル交換反応によって合成される。しかし、未使用の植物油を BDF の原料とするには、食料および飼料との競合が懸念されるため非可食性油である廃食油の利用が望ましい。しかし廃食油には多量の遊離脂肪酸が存在し、遊離脂肪酸と塩基性触媒が反応することで中和やけん化が生じ BDF 合成への反応性や品質の低下という問題が生じる。そのため廃食油の精製工程が必要となる。従来、酸化マグネシウムや活性白土等を利用した吸着法による食用油再生が存在する¹⁾が、同時に再生工程における環境負荷や二次的廃棄物の発生などの課題も存在している。

本研究では吸着材として、使用後も燃料として再利用が可能な各種木炭バイオマスを用いた。木炭吸着材は重油のような非常に大きな分子にも適用され、海用流出油の回収材として検討されている²⁾ことから、廃食油中の多様な不純物の除去が期待される。本研究は木炭による廃食油および BDF 中の遊離脂肪酸の除去を目的とし、最適木炭原料の選択および炭化条件の検討のため各種木炭による疑似廃食油の精製を行った。

2 実験方法

1) 木炭の調製

使用した木材は竹、杉、バルサを用い、各木材を環状石英管に 50 g ほど採取し、環状炉にて窒素気流下、炭化温度 900℃、昇温速度 45℃ min⁻¹、保持時間 2 h、を基準として焼成を行った。また市販活性炭も木炭試料として吸着実験に用いた。

2) 疑似廃食油の調製

市販の菜種油に炭素鎖 C16~C18 の飽和脂肪酸および不飽和脂肪酸をそれぞれ所定量加え、各脂肪酸毎に酸価 1.0 KOH mg/ g の疑似廃食油を調製した。

3) 脂肪酸吸着実験

各種木炭試料を疑似廃油 10 g に各 1g (10% oil)ずつ加え、スターラーでかくはんしながら吸着反応させた。反応開始より 1 h 毎に試料を分取し、遠心分離機を用いて木炭を分離した。

4) 酸価測定

3) で得られたサンプルをテトラヒドロフランで希釈し、JIS K 2501 に規定される酸価測定法に則り評価した。

3 結果および考察

Fig.1 にパルミチン酸疑似廃食油精製における、酸価の経時変化を示す。市販活性炭を除き、JASO M360 による BDF の酸価(0.5 KOHmg / g 以下)規格値を十分下回る結果となった。活性炭による脂肪酸吸着は 5h 経過まで緩やかに進行するのに対し、調製した木炭はいずれも 1h 以内に疑似廃食油の酸価を

Purification of Waste Oil and BDF by Using Various-Charcoals
- Adsorption properties for the various fatty acids-

Tomohisa TERAU, Shigeki FURUKAWA

0.2~0.1 まで低減させた。一方, Fig.2 に示すステアリン酸吸着においては, いずれの木炭も 3h 経過の時点で BDF の酸価基規格値を満たした。しかし, 竹炭とバルサ炭が 1h 以内に吸着平衡に達するのに対し, 杉炭は緩やかにステアリン酸を吸着していることがわかる。

以上の結果より, 木炭種や対象となる吸着質に応じてその吸着挙動は大きく変化することが明らかとなった。その要因は吸着材の吸着サイトによるものと推察される。例えば, 代表的な吸着材として知られる活性炭は, 大きな比表面積とそれに比例して多数のミクロ孔を有している³⁾。しかし, 本実験結果から脂肪酸などの比較的巨大な分子に対して, ミクロ孔は有効な吸着サイトとして機能していないと考えられる。一方で調製した木炭は炭化処理時間が短いことによってミクロ孔は存在せず, むしろ未発達の細孔構造, メソ~マクロ孔が脂肪酸の吸着サイトとして機能し, 短時間において十分な吸着が行われたと推察される。

Table.1 に各種疑似廃食油精製における, 油の回収率と脂肪酸吸着率を示す。油の回収率は仕込んだ疑似廃食油の質量に対して, 反応後回収した精製油の質量から算出した。各種木炭において, 脂肪酸の炭素数および不飽和度が増加することにより吸着率が低下する傾向がみられた。また各種木炭はパルミチン酸疑似廃食油に対して高い吸着能を示すものの, バルサ炭および杉炭においては, 4 割以上の廃食油が木炭に収着した。一方で竹炭は他の 2 種に比べ比較的高い回収率と, 各脂肪酸に対して高い吸着能を示した。

以上の結果から本実験条件下においては竹炭が脂肪酸吸着に対して優れた吸着材としての機能を有していると言える。

Table.1 Oil Recovery and FFA Ad

Fatty Acid	C	Bamboo Charcoal		Balsa Charcoal		Cedar Charcoal	
	Unsaturation	Oil Recovery (%)	FFA Ad (%)*	Oil Recovery (%)	FFA Ad (%)	Oil Recovery (%)	FFA Ad (%)
Palmitic acid	16 0	66.5	87.5	49.2	85.7	57.0	87.7
Stearic acid	18 0	69.1	86.3	37.9	87.8	62.8	57.0
Oleic acid	18 1	67.4	68.1	52.8	55.0	58.2	39.5

*FFA Ad...Free Fatty Acid Adsorption rate

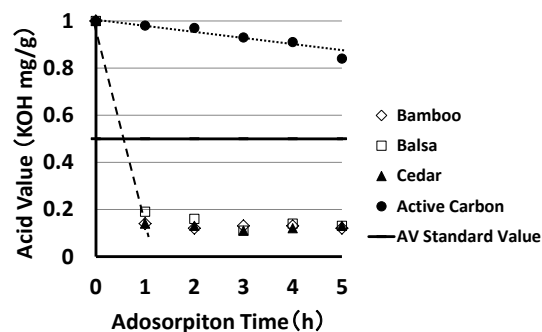


Fig.1 Change of Acid Value in palmitic acid for reaction time

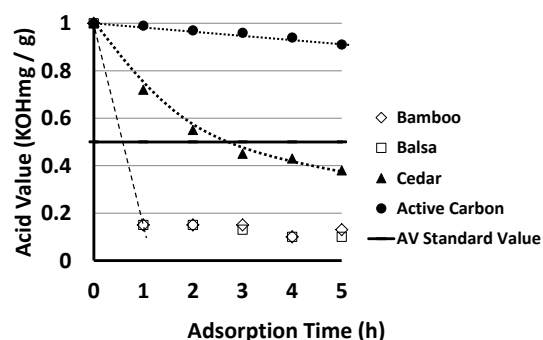


Fig.2 Change of Acid Value in stearic acid for reaction time

参考文献

- 1) 宮城 淳, 中嶋 光敏, 鍋谷 浩志, 廃棄食用油脂の再利用に関する研究, 千葉県産業支援技術研究所研究報告, No.3, (2005), p.6-8
- 2) 岩下 哲雄, 西 陽子, 澤田 吉裕, 稲垣 道夫, 木炭および竹炭の細孔構造と重油収着性能に及ぼす調製条件の影響, 材料, No.7, (2004), p.818-825
- 3) 林 昌彦, 川下 由加, 活性炭ハンドブック, 丸善株式会社, (2011), p.10-12