

焼酎粕を原料に使用した電気二重層キャパシタの開発

熊本 貴* 田島 大輔* 福岡 眞澄** 熊谷 誠治***
 (*福岡工業大学) (**松江工業高等専門学校) (***)秋田大学)

1 はじめに

電気二重層キャパシタは、化学反応なしで電気を充放電するため、瞬時の充放電に優れている。また、長寿命でメンテナンスフリーであるため、様々な分野での応用が期待されている。電解液として非水系(電解質として主に第四級アンモニウムイオン塩、溶媒として非プロトン性の有機溶媒)を用いると、水系に比べて電気伝導率は低くなるものの、耐電圧が高いため[1]、自動車などのエネルギー回生電力用のキャパシタなどに応用が可能である。電気二重層キャパシタの電極材料としてヤシ殻を原料とした活性炭が使用されているが、日本では輸入に頼っている。一方で、焼酎は九州で盛んに生産されているが、2001年に焼酎粕の海洋投棄が禁止されたため、その処理が問題となっている。そこで、本研究では焼酎粕を活性炭の原料に使用した電極を作製し、評価を行った上で、市販活性炭と静電容量を比較した。

2 実験方法

活性炭の製作については、麦焼酎粕を昇温速度 5 [°C/min] で 600 [°C]まで加熱し、その温度で 1[h]保持し自然冷却するという工程で炭化及び賦活をそれぞれ行った。賦活剤として 8 [mol/l]の水酸化カリウム(KOH)を焼酎粕炭化物重量の 3 倍使用した。作製された活性炭を 6.5 [mm]の鉄球 500 個と共に容器に移し、容器を 10 時間回転させ粉砕を行った。活性炭と導電助剤として粉末状のケッチェンブラック、結着剤として PTFE(ポリテトラフルオロエチレン)を 6:3:1 で混合し、直径 1 [cm]の鋳型に詰め、130[°C]、5[MPa]下で 1[h]加圧し電極とした。静電容量の評価は 2 極式の CV 法で掃引速度 10[mV/s]、-1.25 [V]から 1.25 [V]の範囲で行い、電解質としてプロピレンカーボネート(C₄H₆O₃)四フッ化ホウ酸テトラエチルアンモニウム((C₂H₅)₄NBF₄)にプロピレンカーボネート(C₄H₆O₃)を溶解させたものを使用した。比較に使用する活性炭は関西熱化学株式会社の MSP-20 と、クラレケミカル株式会社 RP-15 である。市販活性炭の表面積、メソ孔の容積、マイクロ孔の容積をそれぞれ BET 法、BJH 法、MP 法のより計測したものを表 1 に示す。

表 1 市販活性炭の特性

市販活性炭	比表面積 [m ² /g]	メソ孔 [cm ³ /g]	マイクロ孔 [cm ³ /g]
MSP-20	2140	0.46	0.99
RP-15	1490	0.63	0.64

3 実験結果

図 1 に焼酎粕, MSP-20, RP-15 の CV 法による測定 の 7 サイクル目のグラフを示す。また、各サンプルの全サイクル平均の静電容量を表 2 に示す。MSP-20 活性炭が最も大きな容量を示した。MPS-20 は RP-15 と比較すると、比表面積、マイクロ孔の容積が 1.5 倍程度多いが、メソ孔は 0.7 倍程度と少ない。表 2 の静電容量では、MSP-20 が RP-15 の 1.5 倍

程度の値を示していることが分かる。このことから静電容量は比表面積とマイクロ孔の容量に依存していると考えられる。焼酎粕を使用した電極の静電容量は、11.4[F]で RP-15 の値に近いことが分かった。図 1 を見ると、焼酎粕電極はアニオンとカチオンの吸着は RP-15 より劣っているが、脱着においては大きな差は見られない。焼酎粕から作成した電極にはイオンが吸着できるマイクロ孔が RP-15 に比べて少ないのではないかと考えられる。

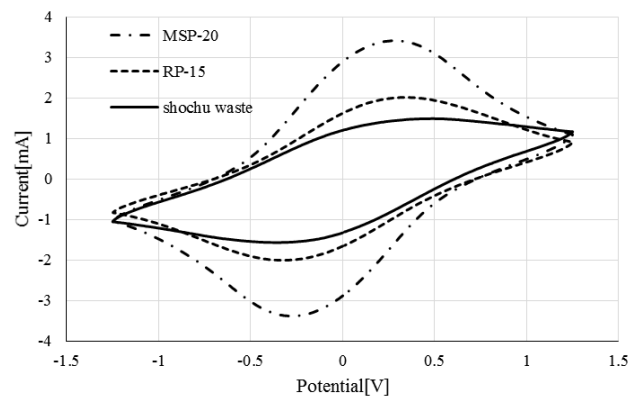


図 1 CV 法による活性炭の比較

表 2 各活性炭の平均静電容量

活性炭	静電容量[F]
MSP-20	18.4
RP-15	12.1
Shochu waste	11.4

4 まとめ

本実験では、麦焼酎粕から作成した電極の静電容量を 2 種類の市販活性炭と比較することで評価を行った。市販活性炭 MSP-20 の容量には及ばないものの、RP-15 に近い容量を持っていることが明らかとなった。今回使用した支持電解質の四フッ化ホウ酸テトラエチルアンモニウムのアニオン(BF₄⁻)の直径は 0.45 [nm]、カチオン((C₂H₅)₄N⁺)の直径は 0.67 [nm][2]とされているが、このイオンが有効に吸脱着できるように、メソ孔の容量やマイクロ孔の容量を増加させることが課題として挙げられる。また、活性炭の作成方法を見直すことで、容量の増加が期待される。

謝辞

本研究は文部科学省からの科学研究費補助金基礎研究(C) (課題番号 26420240)により行われた。

参考文献

- [1] 菅井恵介 他:「材料開発動向:キャパシタ用電解液」, 世界を変えるか!?! 大容量キャパシタ OHM p.21(2016)
- [2] 池田克治 他:「4 章 電気二重層キャパシタ」, キャパシタ便覧 p.255(2009)