

焼酎粕の活性炭を用いた電気二重層キャパシタへの応用

江口 卓弥* 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 (EDLC: Electric double-layer capacitor) は自動車やコピー機に使用され再生可能エネルギーの蓄電装置としても期待されている。EDLC の活性炭の主な原料は、ヤシ殻、石炭などであり、その多くを輸入している。本研究では、国内の産業廃棄物である焼酎粕を原料にした炭素電極を作製している。本実験では焼酎粕を炭化し、賦活する際の温度変化及び炭素と賦活剤の重量比の変化による比表面積、細孔分布の変化を、窒素吸着等温線もとに BET 法、BJH 法、MP 法を用いて考察した。また、CV(Cyclic voltammetry)法より炭素電極の静電容量の測定を行った。

2 実験

2.1 炭素材料の調製と評価

活性炭の原料として焼酎粕を用い、それに対して炭化、賦活を行った。炭化は、昇温速度 5 °C/min で 600 °C を 1 h 保持。賦活剤として 8mol/L の KOH を用いた。重量比条件は(炭素:KOH = 1:0.5, 1:1, 1:2, 1:3)で行った。温度条件は昇温速度 5°C/min で 800 °C、900 °C または 1000 °C を 1h 保持で賦活を行った。その後、1mol/L の塩酸で洗浄し pH が 7 になるまで蒸留水で洗浄を行った。次に、100°C で 24h 乾燥を行い吸着温度 77 K で窒素吸着等温線を測定し、BET 法で比表面積(SSA: Specific surface area)、BJH 法、MP 法で細孔分布を解析した。

2.2 電極の作製と評価

電極は活性炭と KB(Ketjenblack)、PTFE(Polytetrafluoroethylene)を 7.3 : 0.9 : 1.8 の割合で配合した。実験では、北斗電工株式会社製の電気化学測定システム(HZ-5000)を用いて、電極の CV 法より得られるサイクリックボルタモグラムから静電容量を算出した。測定には作用電極に作製した電極、参照電極に Ag/AgCl、対極に炭素、電解液に 8 mol/L の KOH、0.5 mol/L 硫酸を使用し、電圧掃引速度 10 mV/s として測定を行った。

3 実験結果

Table.1 に BET 法、BJH 法、MP 法の解析結果を示す。温度上昇によりマイクロ孔容量が増加している。また、賦活剤の増加に伴い比表面積、全細孔容量、メソ孔容量、マイクロ孔容量が増加している。これらは温度上昇と賦活重量比の

増加に伴い賦活反応が進行したためであると考えられる。Sample H、L は賦活剤が多くなったことでマイクロ孔同士の合一により比表面積が D より減少したものと考えられる⁽¹⁾。CV 法より静電容量を算出した結果を Fig. 1 に示す。最初に、KB には細孔が存在し静電容量を増加させていると考えられる⁽²⁾。重量比が 1 : 1 のとき全体的に高い静電容量を示す。MP 法では、細孔直径約 0.7 nm 下限であることから細孔分布、比表面積と静電容量は単純な比例関係では表せられないと考えられる。KOH 電解液においては 306 F/g を示す。これは、KOH 電解液における電解賦活により静電容量が増加したと考えられる⁽³⁾。

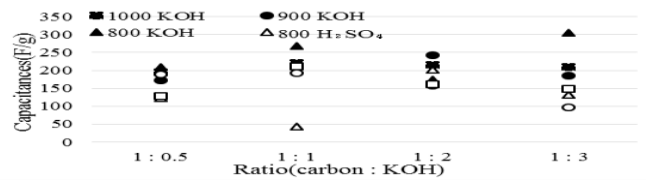


Fig. 1 Capacitances and ratio.

4 まとめ

KOH による賦活は、賦活剤の増加と温度上昇に伴いマイクロ孔容量が増加し、比表面積が増加するが、マイクロ孔の結合が起こると比表面積が減少することが明らかとなった。また、比表面積、細孔分布と静電容量との関係は、単純な比例関係ではなく、他の要因も関係していると思われる。

5 謝辞

本研究は文部科学省から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) 馬場由成 他 : 「カニ殻および焼酎カスを原料とした高比表面積活性炭の調製とメタン貯蔵技術の開発」炭素 No.262 pp.53-58(2014)
- (2) D. Tashima, etc : Basic Characteristic of Electric Double Layer Capacitor Mixing Ketjen Black as Conducting Filler, IEEJ Trance, Vol.127, No8, pp.487-492(2007)
- (3) 岡村延夫 : 「電気二重層キャパシタによる蓄電池システムの研究と発展」炭素 No.194 pp.268-275(2000)

Table.1 Specific surface area and pore volume of activated carbon.

Sample	Temp. [°C]	Carbon : KOH ratio	SSA [m ² /g]	Total pore volume [10 ⁻² cm ³ /g]	Mesopore volume [10 ⁻² cm ³ /g]	Micropore volume [10 ⁻² cm ³ /g]	Mesopore volume ratio [%]	Micropore volume ratio [%]
A	800	0.5 : 1	60	5.89	1.72	1.54	29.2	26.1
B		1 : 1	464	26.9	5.25	19.6	20.0	72.9
C		1 : 2	1170	61.2	10.0	49.1	16.3	80.2
D		1 : 3	1567	76.0	9.87	66.2	13.0	87.1
E	900	0.5 : 1	21	5.88	2.61	0.17	44.4	2.9
F		1 : 1	581	31.2	5.97	24.0	19.1	76.9
G		1 : 2	1172	62.9	10.3	49.6	16.4	78.9
H		1 : 3	1534	93.7	13.2	69.5	14.1	74.2
I	1000	0.5 : 1	129	12.6	4.17	4.19	33.1	33.5
J		1 : 1	713	35.7	4.95	28.8	13.9	80.7
K		1 : 2	1367	71.3	10.1	60.7	14.2	85.1
L		1 : 3	1523	90.3	12.3	72.0	13.6	79.7