

H18

超音波霧化によるエタノール濃縮分離・回収のプロセス強化に向けて

(同志社大工) (学)平田 直道 (同志社大院工) (学)野添 美和 (同志社大理工) (正)森 康維
(霧化分離研究所) (正)松浦 一雄 (同志社大理工) (正)土屋 活美*

緒言 エタノール水溶液の液内部から液自由表面に向けて高周波の超音波を照射すると、液表面に液柱が形成され、その表面からエタノールの濃縮された微小液滴群(ミスト)が発生する¹⁾。この原理を利用したエタノール濃縮の実用化に向けては、発生したミストの効率的な回収方法の確立が重要である。本研究では、霧化装置内の液面高さおよびミスト輸送気体の流量を変化させて実験を行い、霧化装置の設計に向けて霧化装置内の流動状態をCFD解析した。

実験方法 恒温槽にて 25°C に保った 1 L のエタノール水溶液をポンプにより循環させ、霧化装置内での液面高さを保ちながら 1.5 時間霧化した。エタノール水溶液の初期濃度を $C_0 = 39 \text{ wt\%}$ (20 mol%) とし、第一冷却温度を $T_{C1} = 5^\circ\text{C}$ 、第二冷却温度を $T_{C2} = -15^\circ\text{C}$ に固定した。用いた超音波振動子(本多電子 HM-2412)の周波数は 2.4 MHz であり、印加電力は 16 W とした。発生したミストはブローにより循環する空気によって冷却器へ導入され、凝縮して回収された。回収液のエタノール濃度はガスクロマトグラフ (Shimadzu GC-2014) を用いて測定した。液面高さを振動子にノズル装着時は 35~47.5 mm、未装着時は 25~35 mm と調節し、ミスト輸送気体の流量 Q を 6 L/min とした。さらに、最適とした 45 mm の高さに液面を保って、 $Q = 6 \sim 35 \text{ L/min}$ と変化させて実験を行った。

霧化装置内のガス流動状態の解析には CFD 解析ソフト FLUENT 6.3[®] を用いた。空気をキャリアガスとし、定常状態になるように設定した。

実験結果および考察

ノズルおよび液面高さの影響 本実験条件下において、ノズルの有無によらず、液面高さを変化させても回収液 1, 2 のエタノール濃度 C_{R1} , C_{R2} はほぼ一定であった。一方、超音波振動子にノズルを装着することで回収液 1, 2 の質量 W_{R1} , W_{R2} は増加した。エタノール濃度の高い回収液 2 の質量 W_{R2} が最大となる 45 mm を最適な液面高さとした。

ノズルを装着することで不規則な挙動をしていた液柱を制御することができる。実際に、回収液の質量は増加するため、液柱を制御することでミストの発生量が増加するといえる。

ミスト輸送気体の流量の影響 ミスト輸送気体の流量を変化させたときの W_{R1} , W_{R2} および C_{R1} , C_{R2} を Fig.1 に示す。ガス流量の増加に伴い W_{R2} は増加し、 C_{R1} は徐々に低下した。ガス流量の増加に伴い増加していた W_{R1} は一定となっていく、それとともに高濃度を保っていた C_{R2} は低下を始めた。本実験条件下において、一段階目の冷却では比較的大きな液滴径のミス

トが回収され、二段階目の冷却では一段階目で回収できない小さなミストおよび一度蒸発したミストを凝縮し、回収していると考えている。霧化装置内を CFD 解析した結果、ガス流量の増加とともに霧化装置から流出するミストの液滴径は大きくなる。なお、液滴径が小さいミストほどエタノール濃度が高いといわれている。また、本実験条件の T_{C1} では、一段階目で回収できる質量には限界があり、比較的濃度の低い液滴径の大きなミストが二段階目の冷却で回収されたため、 W_{R2} は増加し、 C_{R2} は低下したと考えられる。これより、ガス流量の最適化には冷却条件も考慮しなければならない。

結言 超音波振動子にノズルを装着することで回収液のエタノール濃度は低下せず、回収液の質量が増加したため回収効率が向上したといえる。ミスト輸送気体の流量と冷却温度の最適化するとともにミストの輸送効率を向上させることで高効率なプロセスの構築ができることが示唆された。

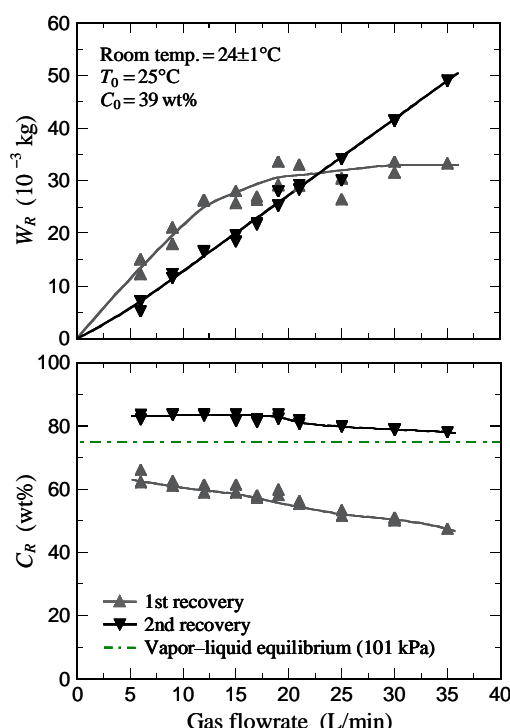


Fig. 1 Effects of carrier gas flowrate on solution weight and ethanol concentration recovered.

参考文献 1) Sato, M., K. Matsuura and T. Fujii, *J. Chem. Phys.*, **114**, 2382–2386 (2001).

謝辞 本研究は、四国経済産業局 戦略的基盤技術高度化支援事業の一環として実施したものである。

E-mail: ktsuchi@mail.doshisha.ac.jp