

1.3 単式蒸留機の性能

浜崎幸男, 瀬戸口真治, 間世田春作, 山口 巖

Ability of the Pot-Still

Yukio HAMASAKI, Shinji SETOGUCHI, Shunsaku MASEDA
and Iwao YAMAGUCHI

60年度に新設した単式蒸留機について、エタノール水溶液を仕込液として蒸留試験を行い、水-エタノール蒸留曲線を作成し、パラメーターを計算により推算した。今回の実験では、 β は蒸留初期では0.4~0.42, 終期では0.2となった。

1. はじめに

60年度に新たに単式蒸留機を試作し、これに蒸気自動制御装置、温度自動計測及び自動記録装置を61年度にかけて設置した。酒質の向上、多様化をはかるにはその影響因子としていろいろなことが考えられるが、蒸留機及びその操作法も大きな因子の1つと考えられる。多様化製品をつくるための単式蒸留機的设计や操作の指針を得るためには、まず単式蒸留機を化学工学的手法で解析しその性能を明らかにすることが重要と考える。

本実験では、エタノール水溶液を用いた蒸留実験を行い、次に蒸留機をモデル化し、パラメーターの推算を行ったので報告する。

図1に示した単式蒸留機を用いた。モロミ張り込み量は100 lで常圧、減圧両用型である。加熱は直接、間接加熱両用である。蒸気圧、減圧度および製品温度は自動制御される。分縮部には簡易なカップ式の精留棚を2段とりつけてある。

2.2 蒸留

原料液は市販アルコールを水で13.4 V/V% (4.59モル%)に希釈して使用した。蒸留時間は留出開始より126分及び250分の2通りで行った。126分区分では最初蒸気圧を0.3kg/cm²とし10分56秒後に0.2kg/cm²に落とし、目的時間内に終了する様に蒸気量を調節した。250分区分は最初から蒸気圧を0.2kg/cm²にし蒸気量で調節した。前者は5分毎に、後者は10分毎に試料を採取し、重量とアルコール濃度を測定した。

2 実験方法

2.1 蒸留装置

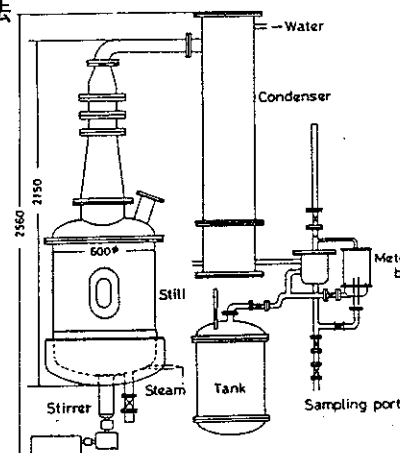


図1 単式蒸留機

3. 結果及び考察

3.1 蒸留経過について

まず図2に蒸留経過を示した。126分区分では最初の10分56秒間は0.3kg/cm²で蒸気を吹きこんでいるので29分40秒で留出が開始した。その後は蒸気圧は0.2kg/cm²として蒸気量を調節したが、図2にみられる様にほぼ22.6~24.6 kg/hrと安定した蒸留が行われている。一方、250分区分

では最初から0.2kg/cm²で蒸気量の開度100%とした処、留出開始までに43分31秒を必要とした。その後は開度を絞ってほぼ16~18kg/hrで蒸留を行った。蒸留期間中の蒸気温度は前者で、102.1~102.2℃、及び後者では101.8~101.9℃とほぼ一定であった。本来、0.2kg/cm²の蒸気温度

は105℃を示すが本装置では、圧力ゲージと温度測定的位置が隔離しており、またパイプなどによる抵抗などにより、実際より低い温度の蒸気となっている。この様に本装置では安定した蒸留になることがわかった。

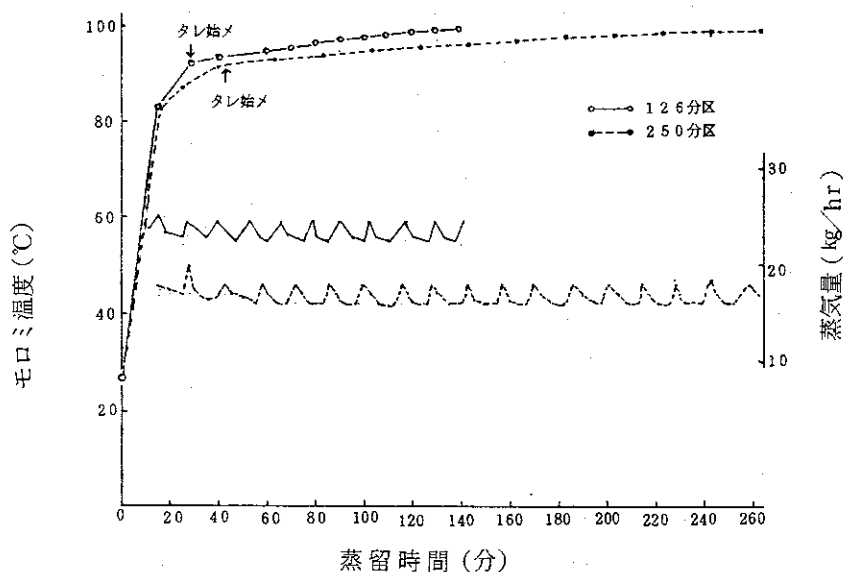


図2 蒸留経過

次に図3は蒸留時間に対する留出液量をモルで表わしたものである。126分區はやや乱れてはいるが、両区分とも蒸留時間と留出液量はほぼ直

線関係にあり、蒸留中の変動が小さいことを示している。

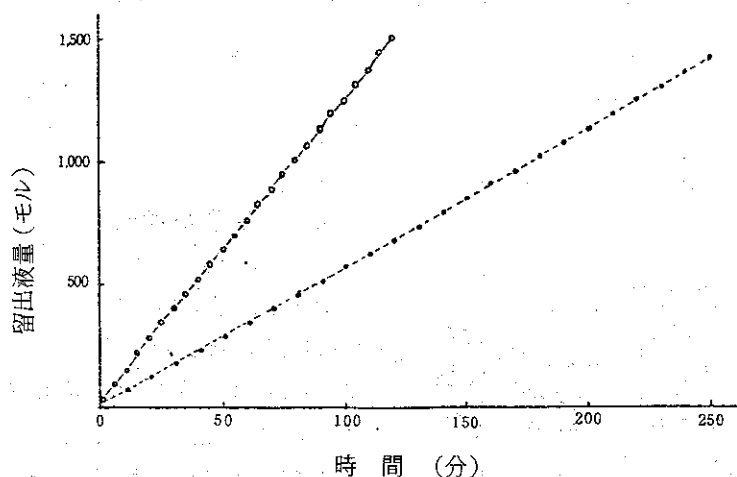


図3 蒸留時間と留出量

図4には留出率に対するエタノールの収率を示した。これによれば、モル基準でモロミ量の27%が留出したとき、モロミ中のエタノールの95%以上が留出液中に移行していることがわかる。

3.2 シミュレーションについて

水-エタノール系の単蒸留について考察するため、図5に一般的な単式蒸留機のモデルを示した。

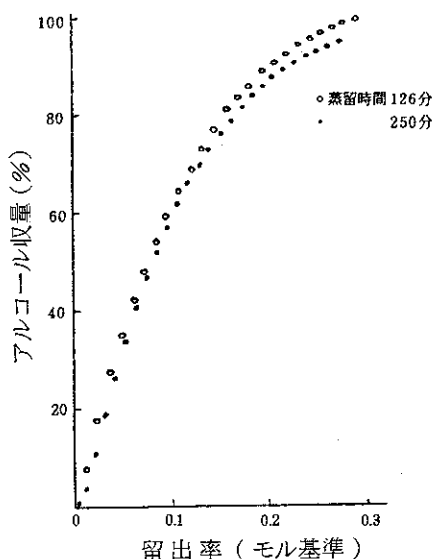


図4 留出率とアルコール収量

モル (i 成分のモル分率 x_i') が還流され、残りの dV' モル (i 成分のモル分率 y_i') が冷却器を通りメートルボックスを経て製品槽に入る。

ここで各部における物質収支から最終的に次式が導入される。

$$\frac{dx_2}{dz} = - \frac{Cx_2 + y_2''(1-\beta)(1-\delta + \alpha\delta)}{CZ + (1-\beta)(1-\delta + \alpha\delta)}$$

$$\frac{dx_2'}{dz} = (y_2'' - x_2') / \gamma$$

ここで

$$C = \beta(1 - \delta + \alpha\delta) + (\alpha - 1)(1 - \delta)$$

$$Z = V'' / L_0$$

図中、 dt 秒間に缶液 L モル (i 成分のモル分率を x_i とする) に dw モルの水蒸気が吹きこまれ、 dw' モルが凝縮し ds モルがそのまま液相から噴出する。一方、缶液から蒸気が dv モル (i 成分のモル分率 y_i) 発生し先の ds モルと混合して dv' モル (i 成分のモル分率 y_i') の蒸気となり上昇する。この蒸気は分縮部で若干冷却され、 dL''

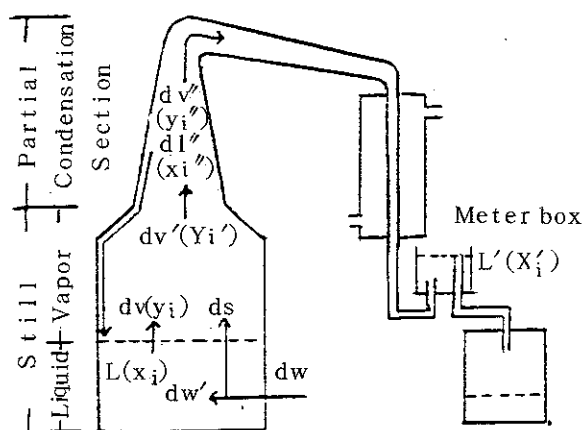


図5 単式蒸留機のモデル

缶の加熱方式を示すパラメーターとして α 、分縮率を β 、蒸気的非凝縮率を δ 、メートルボックス部における滞留率を γ とすれば、それぞれ

$$\alpha = \frac{dW'}{dV}, \beta = \frac{dL''}{dV'}, \gamma = \frac{L'}{L_0}, \delta = \frac{dS}{dW}$$

で表わされる。

以上の計算及び数値解法は稗¹⁾の方法に従って行ない、 β 、 γ 、 δ をいろいろ変えて計算し、実験値に最もよく一致するパラメーターの値を求めた。

3.3 計算結果について

計算の結果を図6に示す。図中、プロットは実

験結果であり、実線は計算結果を表わす

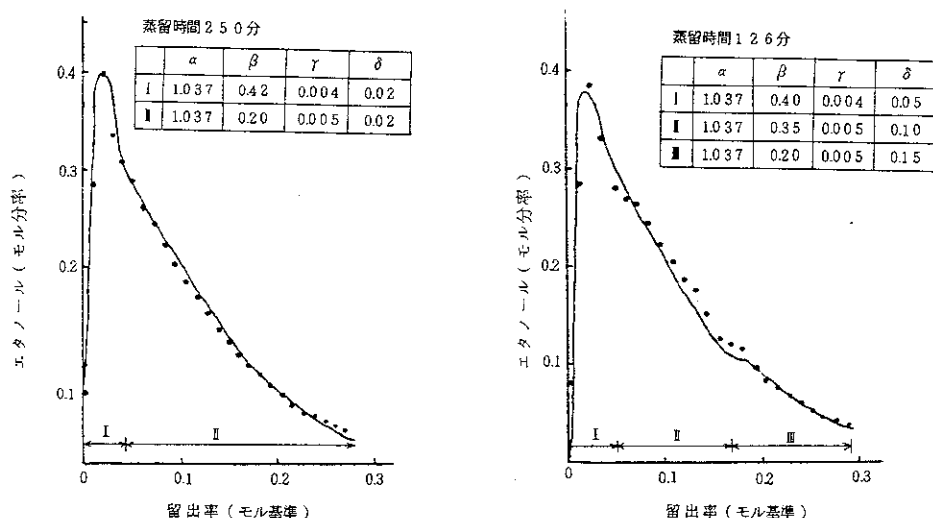


図6 エタノールの蒸留曲線

蒸留の初期では、 β の値は高いが、分縮部にとりつけられた2段のカップ式精留棚の影響と考えられるが明らかでない。今後検討する予定である。図中、原料液のエタノールのモル分率は0.045であり、 $\alpha = 1.037$ 、 δ は250分区で0.02であったが、126分区では図3で明らかなように0.05～0.15であった。蒸留中の僅かな変動が影響しているものと考えられる。 β は蒸留初期では0.4～0.42、終期では0.2となり、 γ は0.004～0.005であった。今後は分縮部の構造、大きさなどの相違による影響について検討する予定である。

なお、本蒸留機による甘藷モロミの蒸留試験を行い、その微量成分の挙動等については鹿児島大学工学部に研究を委託している。

本報告をまとめるにあたり、終始、御親切なる御指導を賜りました鹿児島大学工学部 醇教授に厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 碇醇：昭和61年度科学研究費補助会研究会
成果報告 P17(1987)