

真空熱重量測定における蒸発係数 α の基礎検証Determining coagulation factor α by thermogravimetry experiments under vacuum神戸大院工, 山田萌菜美, [○]小柴康子, 福島達也, 石田謙司Kobe Univ., Monamie Yamada, [○]Yasuko Koshiba, Tatsuya Fukushima, Kenji Ishida

E-mail: kishida@crystal.kobe-u.ac.jp

【緒言】 石油化学や油脂工業で利用される減圧蒸留・精製を始め、真空乾燥や濃縮、真空蒸着など、真空中での物質の融解、蒸発・昇華過程を利用した技術は工業的に重要な役目を果たしている。高真空環境下での有機分子の蒸着・昇華プロセスを観測する 1 手法として、真空熱重量測定（真空 TG）がある。大気圧下で測定する TG 装置に高真空ポンプを組み合わせることで様々な圧力下での熱挙動、蒸発開始温度、蒸発速度、飽和蒸気圧などを観測できるが、真空中での重量変化量を解析する際、蒸発速度と蒸気圧の間には Hertz-Knudsen-Langmuir 式が適用されることが多い。

$$m = \alpha P \left(\frac{M}{2\pi RT} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

ここで m :蒸発速度[$\text{mg/s} \cdot \text{m}^2$]、 α :蒸発係数[-]、 P :蒸気圧[Pa]、 M :分子量[g/mol]、 R :気体定数[J/K $\cdot$ mol]、 T :絶対温度[K]である。蒸発係数 α は残留気体分子による蒸発阻害の程度を表し、測定環境や圧力に依存し、高真空下では 1 に近づく係数とされる。本研究では、異なる分子量、分子構造をもつ有機分子(Fig. 1)を用いて蒸発係数 α を測定し、その圧力依存性、物質依存性について基礎検証を行った。

【実験と結果】 10^{-3} Pa～大気圧において TG 測定を行った。式(1)に真空中で観測された重量減少量から求めた蒸発速度 m を代入することで αP を求めた。また、TG 測定した各圧力における理論沸点を Clausius-Clapeyron 式を変形した下記式から算出した。

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = -\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (2)$$

ここで P_1 :圧力 1[Pa]、 P_2 :圧力 2[Pa]、 ΔH :蒸発エンタルピー[J/mol]、 T_1 :圧力 1 での理論沸点[K]、 T_2 :圧力 2 での理論沸点[K]である。既知である大気圧下での沸点および蒸発エンタルピー^[1,2]を代入することで測定圧力における理論沸点を求め、理論沸点において蒸気圧は外圧と等しくなると仮定し蒸発係数 α を算出した(Fig. 2)。蒸発係数 α は、高真空になるにつれ 1 に近づき、3 種類の物質を用いても近い値が得られたことから物質に依存しないことが示された。

謝辞：本研究の一部は JSPS 科研費により行われた。

[1]J. S. Chickos, J. Chem. Eng. Data, 49(2004) , [2]V. Oja, J. Chem. Eng. Data, 43(1998)

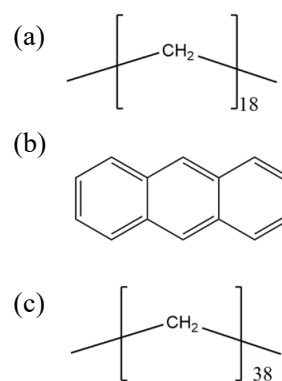


Fig. 1. Chemical structure of (a) Eicosane, (b) Anthracene, (c) Tetracontane.

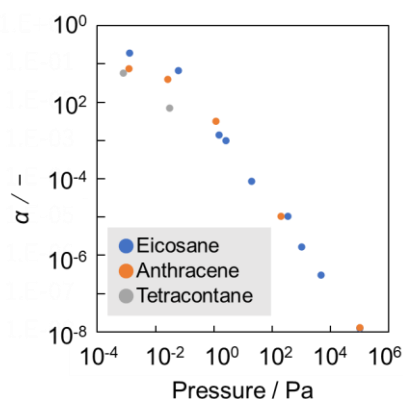


Fig. 2. Coagulation factor determined by TG experiments.