

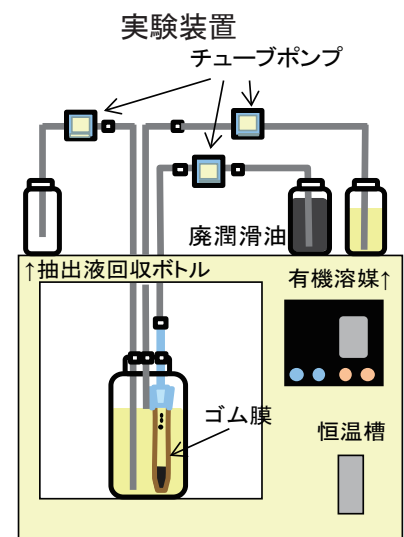
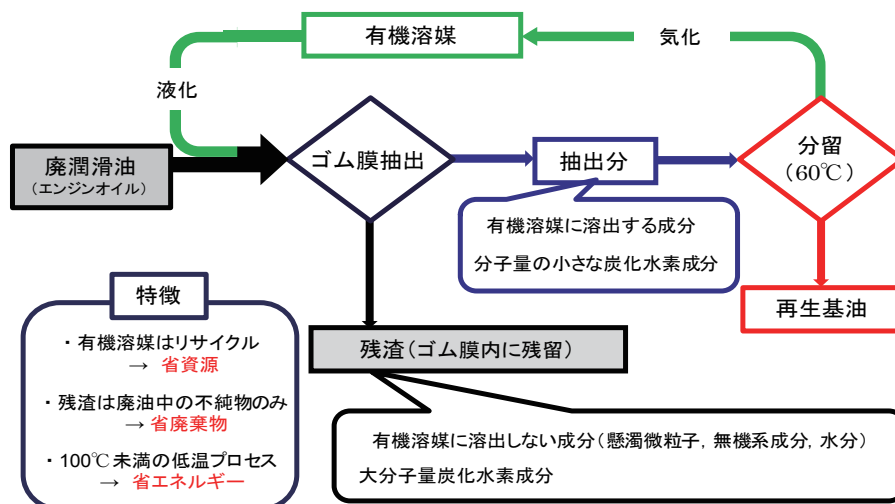
膜分離溶媒抽出を用いた廃潤滑油の再生処理

工学研究科機械理工学専攻 義家 亮, 片岡直也
 エトピア科学研究所 成瀬一郎 植木保昭 布日陽子

研究開発の概要

廃潤滑油は腐食成分や低質炭化水素等の不純物が多く含み、再生重油ボイラー等での熱源利用がリサイクルの大半を占める。一方、既存の廃潤滑油の再生処理法として、硫酸処理、白土処理、蒸留処理があるが、それぞれ廃棄物やコストの面で課題があり、国内ではあまり普及していない。これに対して、本研究では膜分離を伴う溶媒抽出による廃潤滑油再生処理を提案している。廃潤滑油を有機溶媒に溶解すると、再生油成分だけが溶媒とともに膜を透過するので、これを再生油貯留槽に滴下して集める。貯留槽は100℃以下で加熱され、溶媒のみが気化して再生油が分離される。気化した溶媒は冷却器で凝縮して再び廃油槽に導入される。

再生フロー概要



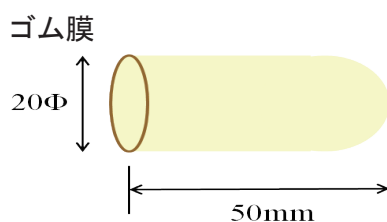
新規性・独創性

現在、廃潤滑油の再生処理方法として白土処理や硫酸処理などが実用化されているが、簡便性、経済性を考慮するといずれも多くの課題を抱えている。これに対し、膜分離溶媒抽出を用いた廃潤滑油再生手法は省資源であり、残渣は廃油中の不純物のみであるため省廃棄物であるなどの長所がある。

抽出時ゴム膜の様子



実験条件



天然ゴムラテックス製
 膜厚0.2mm

実験温度	25℃
初期膜内廃油充填量	0g
溶媒量(膜内+膜外)	500mL
廃油供給速度	4.2g/h
溶媒入れ替え間隔(膜外全量)	90min

- ・90min毎に抽出液を取り出し、基油抽出量を測定
- ・時間経過とともに膜が膨張
 ⇒物質収支と膨張した膜形状の画像解析から基油濃度と膜面積を推定

膜分離溶媒抽出を用いた廃潤滑油の再生処理

工学研究科機械理工学専攻 義家 亮, 片岡直也
 エコトピア科学研究所 成瀬一郎 植木保昭 布日陽子

応用例とその効果

Kedem-Katchalskyの式による膜分離のモデル化

膜分離溶媒抽出は浸透現象(溶媒の膜内への移動)と透析現象(基油の膜外への抽出)の複合プロセスとなっている。浸透現象は基油の抽出(透析)と逆方向の流れであるため基油の抽出を阻害する。そこで、Kedem-Katchalskyの式を用いて、浸透・透析の両方を考慮した膜分離溶媒抽出のモデル化を行った。

$$\begin{cases} J_v = L_p(\Delta P - \sigma\Delta\pi) \\ J_s = P\Delta C_s + J_v(1 - \sigma)\bar{C}_s \end{cases}$$

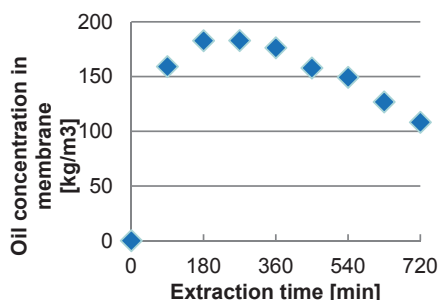
L_p : 溶媒透過係数[m³/(m²・s・Pa)]
 P : 溶質透過係数[mol/(m²・s・Pa)]
 σ : 膜の反射係数[-]

J_v : 溶媒の体積流束[m³/(m²・s)]
 J_s : 溶質の透過流束[mol/(m²・s)]
 ΔP : 膜内外圧力差[Pa]
 $\Delta\pi$: 浸透圧差[Pa]
 \bar{C}_s : 膜内外平均溶質濃度[mol/m³]

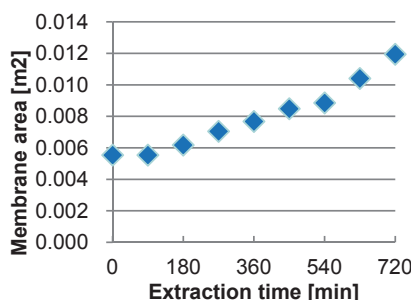
ΔC_s : 膜内外溶質濃度差[mol/m³]
 $\Delta C_s = C_{in} - C_{out}$
 C_{in} : 膜内溶質濃度[mol/m³]
 C_{out} : 膜外溶質濃度[mol/m³]

引用: KATCHALSKY A, CURRAN P.F.: Nonequilibrium thermodynamic in biophysics
 Harvard University Press, Cambridge MA, 1965.

膜外基油濃度の変化

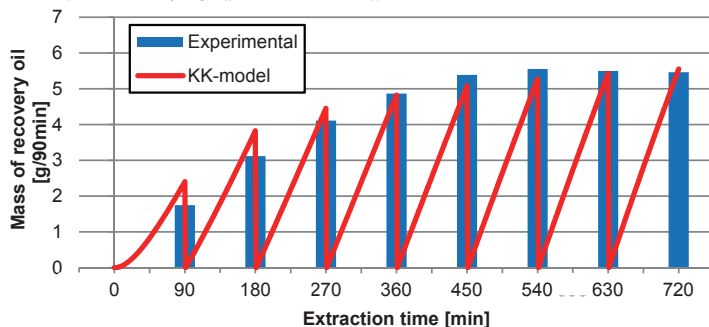


膜面積の変化



これらのデータをプロット、最小二乗法により、溶媒透過係数 $L_p = 6.853 \times 10^{-13}$ [m³/(m²・s・Pa)]、溶質透過係数 $P = 8.080 \times 10^{-7}$ [mol/(m²・s・Pa)]を得た。膜透過係数は廃油と再生油の炭素数分布の比較より $\sigma = 0.26$ とした。

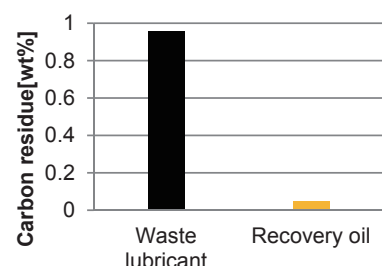
基油回収量の実験値とモデル比較



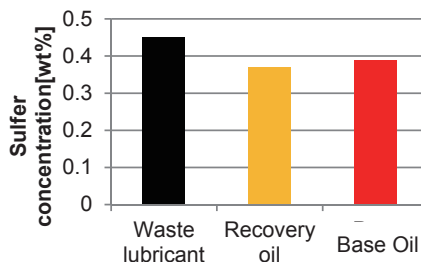
Kedem-Katchalskyの式によるモデルと実験値はよく一致した。これにより、Kedem-Katchalskyの式は膜分離溶媒抽出のモデル化に有用であることがわかった。

再生潤滑油の品質

残留炭素測定結果



硫黄濃度測定結果



残留炭素、硫黄分に関して測定を行った。膜分離溶媒抽出によって、残留炭素は約95%、硫黄分は約18%を除去することができた。