

廃棄食用油脂の再利用に関する研究

食品醸造室 宮城 淳
(独)食品総合研究所 中嶋 光敏, 鍋谷 浩志

Study on Regeneration of Used Frying Oil

Atsushi MIYAGI, Mitsutoshi NAKAJIMA¹ and Hiroshi NABETANI¹

¹National Food Reserch Institute

廃棄食用油脂(以下廃食油と記す)の再生に、ヘキサンガス回収に用いられる疎水性高密度非多孔質膜(NTGS-2200膜(日東電工(株)))による膜分離法を用いた。本技術は、フライ油の全体的な劣化指針となる極性物質の改善率*70%を示し、従来法である酸化マグネシウムや活性白土を用いた吸着法より、品質の優れた食用油の再生が可能になった。今回、非多孔質膜の液体分離の定量的な原理を解明したことにより、本技術が廃食油再生のみならず、各種油状物質の精製・再生に応用できることを証明した。

1. はじめに

2005年2月に京都議定書が発効し、わが国では2012年までに温室効果ガスを6%削減する(1990年比)ことが義務づけられている。この数値を達成するには、環境負荷の低い方法で、廃棄物を再生する技術を確認することが重要である。

わが国の年間廃食油発生量は約40万tと推定され、再生利用が求められている。従来の再生法には、酸化マグネシウムや活性白土等を利用した吸着法による食用油再生や、メチルエステル化技術をもちいたバイオディーゼル燃料再生法が知られている。しかしこれらの方法は、再生品の品質上の問題、再生工程における環境負荷や二次的廃棄物の発生の問題が存在していた。これらの問題を解決するため、本研究では、

- ① 新油に近い品質の食用油を再生すること。
 - ② 環境負荷の少ない再生技術を確認すること。
- を目標にし、環境対策に役立つ基礎技術を確認することを目的とした。

2. 膜分離法による廃食油再生技術の確立¹⁾

膜分離技術は、単一の工程で分離できること、光熱を基本的に必要としないことから、環境負荷の低い分離法として知られている。そのため、食品関係や酵素の精製、廃水処理等水系物質分離に幅広く利用されている。一方、石油精製等油系物質分離への適用は、分離性能等の問題があり実現

されておらず、蒸留法等の環境負荷の極めて大きい分離法が現在主流である。すなわち、油系物質分離への膜分離技術の応用展開は、将来発展が期待できる新規性のある研究と考えた。

最初に、廃食油の色と粘度の改善効果のある膜を選択する試験を行った。

汎用的に用いられる多孔質膜では、孔径の大きさによらず(精密ろ過レベルからナノろ過レベル)改善効果は認められなかった。一方、ガス分離膜として使用される高密度非多孔質膜(NTGS-2200, 日東電工マテックス(株)製)では、色、粘度とも新油の品質まで改善した。

3. 高密度非多孔質膜による廃食油の再生^{1, 2)}

高密度非多孔質膜による廃食油の品質改善効果は、色、粘度だけでなく、以下の改善効果も認められた。

- ① 極性物質の改善率70%を示し、廃食油の全体的な品質改善が実現できた。
- ② 酸化生成物等個々の劣化物質の改善率も40-100%を示した。
- ③ 抗酸化剤として重要なトコフェロールは膜を通過し、再生油に残留した。
- ④ 食用油の主成分であるトリグリセリドは変化せず、膜を透過した。

また、実用化した際、ランニングコスト低減につながる下記の重要な特長を有した。

- ① 3ヶ月にわたる長期運転においても膜性能は低下しない
- ② ファウリング現象はほとんど認められない。

4. 本技術の問題点と解決法

1) 透過流束：本技術最大の問題点は、透過流束が0.1 kg/(m² h)と非常に小さいことであった。温度や圧力を上げることで改善を試みたが、2倍程度が限界であった。次に、廃食油にヘキサンを添加することで改善を試みた。その結果、最大15倍の透過流束向上が実現できた。これは、実用化した際、経済性に直結する³⁾。

2) 脂肪酸の残留：本技術による再生法は、全体的な品質改善は効果があったが、脂肪酸の残留が課題に残った。また酸化生成物の改善率も40%程度と低かった。今回、シリカゲルを用いた吸着法が従来法で用いられる吸着剤と比べ廃食油の改善効果があることを見いだした⁴⁾。本膜分離法とシリカゲルを主成分とした吸着法を併用すると、脂肪酸や酸化生成物を含む各劣化物質の改善率90-100%を達成し、ほぼ完全な食用油再生が可能になった³⁾。

5. 原理解明

高密度非多孔質膜の液体分離機構について検討を行った。

誘電率と透過流束の関係を図1に示した。誘電率と透過流束には、負の相関が確認された。

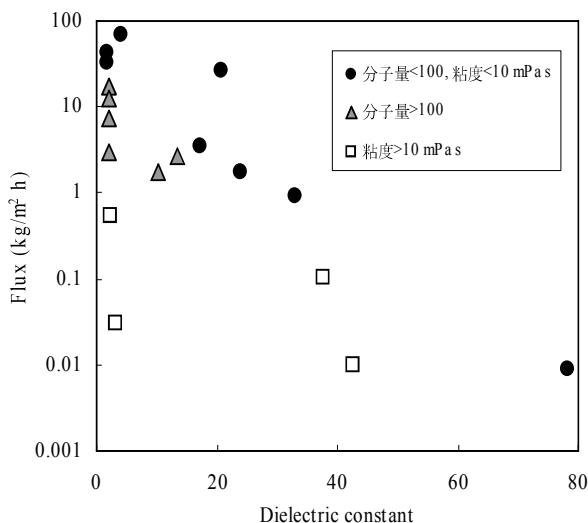


図1 誘電率と透過流束との関係
(条件：圧力，1 MPa，温度，25°C)

誘電率がほぼ一定の炭化水素系の溶剤については、分子量(MW)と透過流束(J (kg/(m² h)))は次式で表される負の相関があった。

$$\ln(J) = \ln(140) - 0.017 \cdot (MW) \quad (R^2 = 0.99) \quad (1)$$

以上、高密度非多孔質膜の分離機構は、上述の経験式より、極性を持った物質、分子量の大きい物質ほど膜に阻止される特長を有していることが明らかになった。

高密度非多孔質膜の分離特性を明らかにしたことにより、本膜が幅広く油系物質分離精製に応用できることを示した。

6. 本技術の応用

本技術の応用例として、基幹原料である粗脂肪酸の精製技術の検討を行った。結果を要約すると、

- ① 粗脂肪酸の脱色効果は極めて高かった(420nmにおける吸光度，2.30から0.20に低下)。
- ② 粗脂肪酸は精製された(脂肪酸含有量，64%から77%に上昇)。
- ③ 粘度は低下し、重合物は膜により阻止された(粘度15.5 mPa sから13.1 mPa sに低下)。

本技術は膜材質の開発により、その他石油製品精製等、油系物質分離に広く応用できるものと考ええる。

7. 実用化への課題

本技術の実用化に向けては、経済性の問題の解決が必要である。

本技術の経済的効果は、食用油代替、廃棄物の処理費用低減、再生費用低減等が考えられる。長期の安定分離能力が得られることから、ランニングコストが低減できることが最大メリットと考える。しかし、食用油(大豆油)の相場が100円/kg程度であるので、廃食油再生による食用油代替効果はあまり期待できない。膜装置の初期投資を短期に償却回収するためには、高付加価値の油系物質への応用展開が必要になると思われる。

8. 今後の展望

本研究成果の普及、実用化を目指し、以下のことを行っている。

- ① 本研究成果を積極的に公表し、技術展開を図っている¹⁻⁴⁾。

② 高付加価値の期待できる油系物質精製技術の製造原理を確立している。

本技術は様々な油系物質分離に応用できる可能性がある。環境負荷の少ない本技術は、循環型社会の構築に寄与できるものと考えられる。

最後に膜をご提供頂いた日東電工マテックス株式会社に、謝意を表します。

参考文献

1) 宮城 淳, 中嶋光敏, 鍋谷浩志, *油化学*, **49**,

237-243 (2000)

2) A. Miyagi, M. Nakajima, H. Nabetani, R. Subramanian, *Eur. J. Lipid Sci. Tech.*, **103**, 208-215 (2001)

3) A. Miyagi, R. Subramanian, M. Nakajima, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **80**, 927-932 (2003)

4) A. Miyagi, M. Nakajima, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **80**, 91-96 (2003)

改善率* = {(廃食油の性状) - (再生油の性状)} ÷ {(廃食油の性状) - (新油の性状)} × 100 [%]