

使用済み潤滑油からの基油再生の動向（第二報） － 再生基油の品質評価とエンジン油への適用 －

Trends in Re-refining Base Oils from Used Lubricating Oils (Second Report) - Quality Evaluation of Re-refined Base Oils and Application to Engine Oils -

(一社)日本トライボロジー学会 添加剤技術研究会（正）*内藤 康司

Yasushi Naitoh*

*JAST Technical Committee on Additive Technology for Lubricants

1. はじめに

使用済み潤滑油からの基油再生の動向（第一報）¹⁾では、日米欧の使用済み潤滑油のリサイクルの動向ならびに使用済み潤滑油からの基油再生と原油から精製した基油および使用済み潤滑油を燃料利用した場合との LCA による CO₂ 排出比較について紹介した。第二報では、国内での再生基油利用に関する考え方を踏まえつつ、欧州・米国・オセアニアから入手した使用済み潤滑油からの再生基油の品質評価結果ならびにそれらの基油の自動車用ディーゼルエンジン油、ガソリンエンジン油への適用結果について紹介する。

2. 国内における再生基油に対する意識調査

潤滑油協会が令和 2 年度に実施した「燃料安定供給対策に関する調査等事業(潤滑油の安定供給に向けた原料確保の多様化に関する調査・分析事業)調査報告書」²⁾で、国内の潤滑油製造事業者 28 社に対して再生基油に関するアンケートが実施された。すでに潤滑油の原料として再生基油を使用している製品の有無についての設問で、①現在使用している：4、②現在使用していない：21 で、再生基油の使用は工業用潤滑油の製品原料、コンクリート離型剤の基油あるいはフラッシング油との回答で自動車用潤滑油への利用はなかった。また、再生基油の考え方に対し、①関心を持っている：12、②特に関心はない：6、③わからない：4、④その他：3 で、回答した約半数の事業者が関心を持っていた。再生基油が入手可能である場合の意識についての設問（複数回答可）に対しては、①品質に問題なければ使用する：17、②経済性があれば使用する：12、③使用しない：5、④その他：5 で、再生基油の品質や経済性が重要との認識であった。さらに、潤滑油の原料として再生基油が広く流通するために必要な項目（複数回答可）に関しては、①再生基油のコスト低下：21、②再生基油の性能向上：21、③再生基油の流通量増大：18、④再生基油を原料にした製品に対する国からの支援：9、⑤その他：7 であった。

再生基油が入手可能である場合の意識について、「品質に問題なければ使用する」が最も多かったことから、以下に同報告書に記載の再生基油の品質評価および自動車エンジン油への適用結果について紹介する。

3. 再生基油の品質調査

国内では使用済み潤滑油からの再生基油は入手できないことから、海外で生産されている再生基油を入手し品質評価を行った。再生基油を北米から 6 種、欧州から 5 種およびオセアニアから 4 種、合計 15 種入手し、国内から入手した原油から精製した基油であるバージン基油 2 種と性状比較を実施した。

図 1³⁾、2³⁾に、それぞれ基油の飽和分と硫黄分および 100℃動粘度と粘度指数の関係を示す。北米から入手した基油は全て硫黄分が 0.03%以下で、飽和分も比較的多く、3 種が Group II の範囲に該当した。欧州から入手した基油は硫黄分が比較的多く、全て Group I の範囲であった。オセアニアから入手した基油は全て Group I の範囲であったが、ばらつきが少なかった。一方、粘度指数に関しては 100℃動粘度が 4mm²/s を超える基油は全て 110 以上で、中には 120 を超えるものもあった。

図 3 に、文献 2 に記載の再生基油とバージン基油および文献 4 に記載のバージン基油のデータを用いて作成した 100℃動粘度と NOACK 蒸発損失との関係を示す。一般に、基油の NOACK 蒸発損失は基油の粘度低下とともに増加するが、再生基油の動粘度

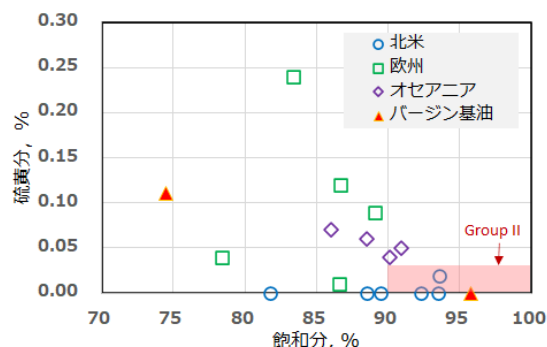


Fig. 1 再生基油とバージン基油の飽和分と硫黄分の関係 [出典:文献 3)]

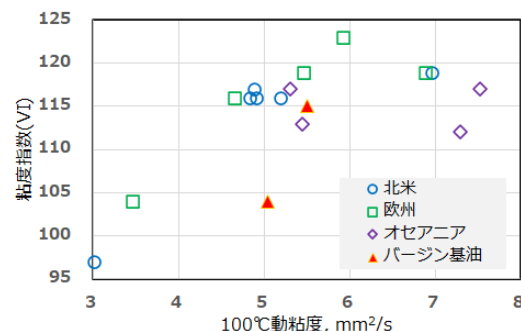


Fig. 2 再生基油とバージン基油の 100℃動粘度と VI の関係 [出典:文献 3)]

と NOACK 蒸発損失との関係はバージン基油と同等となっている。以上のことから、入手した再生基油の多くは Group I のバージン基油より良好な性能を示すことが期待された。

4. 再生基油のエンジン油への適用

4.1 ディーゼルエンジン油評価結果

日本国内では、ガソリンエンジン油が年間約 37 万 kL、ディーゼルエンジン油が年間約 22 万 kL 販売されており、その品質はそれぞれ API SP 0W-20, JASO DH-2 10W-30 が主流となっている⁵⁾。入手した再生基油およびバージン基油それぞれに、基油粘度に係わらず DH-2 性能を有するパッケージ添加剤と粘度指数向上剤を一定量配合してディーゼルエンジン油を試作した。粘度特性を確認した後、DH-2 規格の中で基油の性能が影響すると考えられる以下の試験を実施した。ベンチ試験として高温腐食防止性評価試験(HTCBT)および高温デポジット試験(ホットチューブテスト)により、腐食防止性および耐デポジット性能を評価した。さらに、上記試作油の中から 2 油種を選定し、DH-2 規格に規定の Sequence IIIH 試験により酸化安定性を評価した。

再生基油の中の 100℃動粘度が 4mm²/s 以下のものは蒸発損失が DH-2 規格の 18.0%を超えるため、それらを除いた 15 試作ディーゼルエンジン油の 100℃動粘度と CCS 粘度-25℃の関係を図 4³⁾に示す。11 油種が 10W-30 の粘度特性を満足し、それ以外は 10W-40 または 15W-40 であった(なお、10W-40 になった試作油も粘度指数向上剤の減量により 10W-30 に調整可と考えられる)。HTCBT では 15 油種全てで Cu, Pb 濃度がそれぞれ 5ppm 以下、50ppm 以下で、Sn は検出されず、銅板の腐食も評点 2 以下で DH-2 規格を満足した。ホットチューブ試験についても全てが評点 9.0 で DH-2 規格を満足した。図 4 の中の HDMO02-2 と HDMO04-2 について、Sequence IIIH(60h)を実施し、両油ともに規格値に対し余裕をもってクリアした^{2),3)}。

4.2 ガソリンエンジン油評価結果

今回入手した再生基油では、SP 0W-20 相当のガソリンエンジン油は試作できないため、原油輸入が滞った場合を想定した事業継続計画を考慮し、SL10W-30 クラスのエンジン油を試作し評価した。再生基油およびバージン基油それぞれに SL 性能を有するパッケージ添加剤と粘度指数向上剤を一定量配合してガソリンエンジン油を試作した。基油の 100℃動粘度が 4mm²/s 以下を除いた 15 試作ガソリンエンジン油の 100℃動粘度と CCS 粘度-25℃の関係を図 5 に示す。11 油種が 10W-30 の粘度特性を満足した。図 5²⁾の中の PCMO02-2 と PCMO04-2 について、Sequence IIIH(70h)を実施したところ両油ともに規格値に対し余裕をもってクリアした²⁾。

最後に、上記 15 試作ガソリンエンジン油について、基油飽和分と Sequence IIIG と相関のある ROBO (Romaszewsky Oil Bench Oxidation)試験での粘度増加率との関係を図 6 に示す。再生基油に関して両者は相関があるとは言えず、再生基油のエンジン油酸化安定性に与える要因の詳細な検討も重要と考えられる。

文献

- 1) 内藤：使用済み潤滑油からの基油再生の動向（第一報）- 使用済み潤滑油リサイクルの世界動向と LCA-, トライボロジー会議 2023 春 東京 予稿集
- 2) 潤滑油協会：令和 2 年度燃料安定供給対策に関する調査等事業（潤滑油の安定供給に向けた原料確保の多様化に関する調査・分析事業）調査報告書，2021 年 3 月
- 3) 内藤：再生潤滑油基油を利用した重量車ディーゼルエンジン油によるカーボンニュートラルへの貢献，トライボロジー研究会 第 32 回講演会[前刷](2022)52.
- 4) Torbacke et al.: LUBRICANTS, INTRODUCTION TO PROPERTIES AND PERFORMANCE, WILEY(2014)60.
- 5) 潤滑経済編集部：自動車用潤滑油の市場動向，潤滑経済，No.691(2022)26.

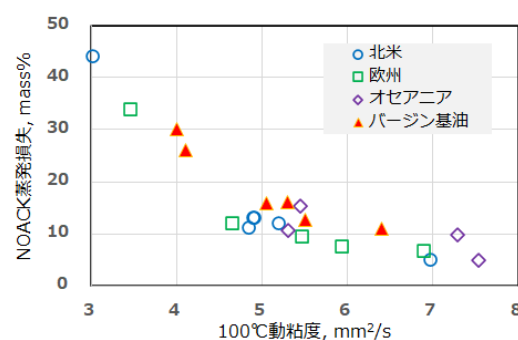


Fig. 3 再生基油とバージン基油の 100℃動粘度と NOACK 蒸発損失の関係¹⁾

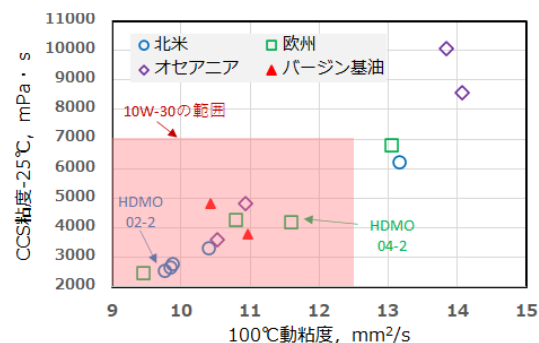


Fig. 4 試作ディーゼルエンジン油の 100℃動粘度と CCS 粘度-25℃の関係[出典:文献 3)]

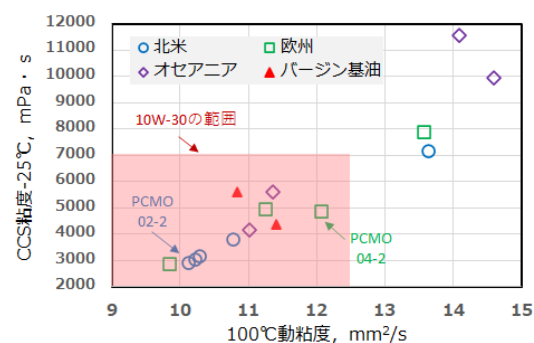


Fig. 5 試作ガソリンエンジン油の 100℃動粘度と CCS 粘度-25℃の関係²⁾

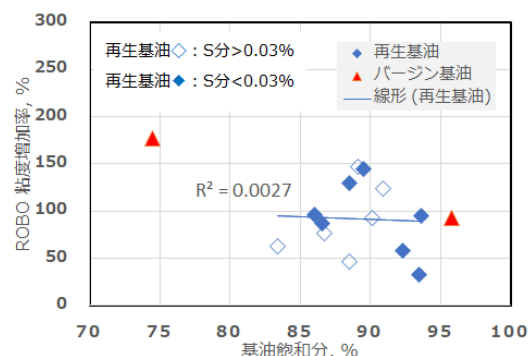


Fig. 6 試作ガソリンエンジン油の基油飽和分と ROBO での粘度増加率の関係