TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

舶用ディーゼル機関におけるバイオ燃料の燃焼特性および燃焼改善技術の研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-06-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 西尾, 澄人 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1791

［課程博士・論文博士共通］

博士学位論文内容要旨
Abstract

専　攻 Major		氏　名 Name	西尾　澄人
論文題目 Title	舶用ディーゼル機関におけるバイオ燃料の燃焼特性および燃焼改善技術の研究		

海洋輸送の成長は温室効果ガスの排出を増加させ、この CO_2 排出量を削減するために、COP21（2015 年パリ）において、各国は船舶による国内輸送を含むすべての産業の CO_2 排出量の削減を約束している。国際海事機関（IMO）においても EEDI（エネルギー効率設計指標）規制が設定され、2025 年以降は EEDI で 30%削減が必要となっている。さらに MEPC72（2018 年 4 月）で、2030 年までに CO_2 の 40%削減と、2050 年までに CO_2 の 70%削減及び GHG を総量ベースで 50%削減することが決まった。

また、 NOx および SOx 排出量の規制は既に IMO によって設定されている。 SOx 排出量については、2020 年から 0.5%のグローバルサルファーキャップが始まることが決定されている。ECA（排出規制海域）では、規制値はさらに厳しく、既に 2015 年以降は 0.1%未満の硫黄含有量でなければならなくなっている。

このような状況を踏まえ、バイオ燃料は、カーボンニュートラルな燃料として扱うことができるため、CO_2 排出量がなく、燃料に硫黄をほとんど含まず、グローバルサルファーキャップと ECA 規制の両方に適合しているため、舶用燃料の候補となる可能性がある。さらに、再生可能であるため、石油などの資源の枯渇によるエネルギー問題の対応策としても有望である。

今日の自動車に使用されているバイオ燃料は、メチルエステル化プロセスで処理されて粘度を低下させている。ディーゼル油代替燃料であるバイオディーゼルフュエル（BDF、エステル化処理したバイオ燃料）が排ガスに与える影響については、自動車用ディーゼル機関に対しての研究が進んでいる。一般的には米国再生可能エネルギー研究所（NREL）の調査にあるように、BDF の軽油への混合率を増やすと、NOx は増加し、PM、HC、CO は大幅に減少すると言われている。

一方、BDF はエステル化処理等の前処理を必要とするためにコスト増となる。このため、エステル化処理を行っていない植物油をエンジンに適用する研究も行われているがそのほとんどが小型エンジンでの実験である。

高粘度の重油に対応できる舶用ディーゼル機関では、高粘度の植物油でも加熱して直接利用する可能性がある。舶用ディーゼル機関では、バルチラ社が Wartsila 32 diesel engine でパーム油を使用して実験をしているが、HFO（C 重油）に比べて NOx は同等、CO は 50%以上増加、THC は半減、SOx、PM は大幅に低減との報告がある。しかし、エステル化処理していない植物油を舶用ディーゼル機関に適用した研究は BDF の研究や小型エンジンの研究に比べて少ない。

そこで、舶用ディーゼルエンジンにメチルエステル化処理を行っていない植物油を舶用ディーゼル機関で安全かつクリーンに使用するための基盤技術を開発することを目的として研究を実施したので、その研究成果を報告する。

なお、本論文は大きく 3 つのテーマから構成される。すなわち、「バイオ燃料の燃焼特性に関する研究」、「燃焼改善技術の研究」及び「総合実験」からなる。

「バイオ燃料の燃焼特性に関する研究」では、バイオ燃料単独、バイオ燃料と化石燃料の混合割合を変えたエンジン実験により、これらが着火時期などの燃焼の変化に与える影響や NOx、スモーク排

出などの排ガス性状に与える影響を明らかにした。さらに、燃料噴射時期を変えたエンジン実験により、より望ましい燃焼状態を実現するための基礎的知見を取得した。

1） 高負荷運転条件（エンジン負荷率：75%、100%）では、バイオ燃料は軽油やA重油に比べて、NOx は高くなるが、CO、スモークは低い値であり、良好な燃焼が行われていると考えられる。
2） 低負荷運転条件（エンジン負荷率：25%）では、バイオ燃料は軽油やA重油に比べて、NOx は低くなるが、CO、スモークは高い値であり、低負荷での燃焼改善が課題と考える。
3） 低負荷運転でのバイオ燃料使用において、A重油を混合する燃焼改善では、A重油なみに CO、スモークを低減するには多量のA重油が必要となる。
4） 低負荷運転でのバイオ燃料使用において、燃料噴射時期変更による燃焼改善では、大幅な改善は難しい。

「燃焼改善技術の研究」では、燃焼状態に応じて様々な燃料を最適に燃焼させるための燃焼制御システムを構築し、実際に本システムを用いたエンジン実験により、バイオ燃料の燃焼を制御し、その効果を確認し、評価を行った。

1） 低負荷運転でのバイオ燃料の燃焼改善にプレ噴射が有効であり、噴射量は少量の方が効果は大きい。また、プレ噴射ほどではないがアフター噴射も燃焼改善に有効であり、噴射量は多量の方が有効であった。

「総合実験」では、「バイオ燃料の燃焼特性に関する研究」及び「燃焼改善技術の研究」の成果を踏まえ、インドネシアから取り寄せた CPO（Crude Palm Oil）とパーム油から作られた FAME（Fatty Acid Methyl Ester。日本では BDF と呼ぶ）を用いて、燃焼試験及び耐久試験を実施し、総合的な取りまとめを行った。なお、パーム油は単位面積あたりの生産性が最も高く、主にインドネシアとマレーシアではパーム油の生産が急速に増加している。 MDO（A 重油）、FAME、CPO を用いて 4 ストローク中速ディーゼルエンジンで燃焼特性と排気特性を調べた。結果は次のとおりである。

（1）FAME は全てのエンジン負荷でスモークが MDO のよりも低い。
（2）CPO は高負荷時でスモークが MDO より低い。
（3）CPO は低負荷時でスモークが MDO より多いが、燃料噴射制御（プレ噴射）により大幅に改善できる。
（4）B30 の燃料を使用した 100 時間耐久エンジン試験でスモークは増加しなかった。耐久試験後のエンジン分解・点検では、トラブルが見つからなかった。
（5）CPO30 の燃料を使用した 50 時間耐久エンジン試験でスモークは増加しなかった。耐久試験後の燃料噴射ノズルへのススの付着は確認されたが特に問題はなかった。
（6）CPO を使用する場合、燃料フィルターがパーム椰子の殻で詰まることがあった。燃料タンクに CPO を注入する前に、CPO のフィルタリングが必要である。
（7）CPO は温度が低くなると固体になる。燃料の加熱と燃料ラインの加熱が必要である。特に、燃料フィルター部は重要である。