

## 圧縮点火機関の機関特性に及ぼす燃料調製の影響

日大生産工(院) ○岩崎 幸弥 日大生産工 今村 幸  
日大生産工 山崎 博司 日大生産工 氏家 康成

### 1. 緒言

現在、国連や米国エネルギー情報局 (EIA) の統計によると、世界の原油埋蔵量は僅かであり、今世紀中頃には枯渇するとされている。また、化石燃料は燃焼することで二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) や窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) および微粒子 (PM) を発生するため、健康被害や大気汚染、地球温暖化が危惧されている。従って、化石燃料の代替燃料が必要となる。そこで、植物油をメチルエステル化して作られるバイオディーゼル燃料

(BDF) が、低炭素社会における再生可能燃料として期待されている。また、BDF にエタノールを混合することにより予混合燃焼割合が増加し、黒煙排出が大幅に減少する。さらに、EGR を組み合わせることで、黒煙とNO<sub>x</sub> の同時低減が可能である。一方でCO、未燃炭化水素、アルデヒド類などの排出濃度を増加させる傾向があり、実用化に向けて対策が必要である<sup>(1)</sup>。

本研究の目的は上記の観点から、アルコール添加混合燃料を用いた圧縮点火機関の運転特性について実験的検討を行う。調製した燃料を圧縮点火機関で燃焼させ、燃料消費量、排気温度、排気ガス分析の測定を行い、圧縮点火機関の機関特性に燃料調製が与える影響を調査する。

### 2. 実験装置および方法

図1 に実験装置の概略図を示す。実験装置は供試機関、負荷系、ガス分析系、測定系で構成される。供試機関には、ヤンマー建機株式会社製発電機YDG250 VS を用いる。主な諸元は、立形空冷4 サイクルディーゼル機関、直接噴射方式である。ボア×ストロークは、78 mm × 67 mm で、出力は4.0 kW / 3000 rpm である。なお、本研究では、既存の燃料タンクを取り払い、代わりに50ml ビュレットを接続する。これより、10ml 消費する時間を測定し、燃料消費量を算出した。また、排気弁直後の排気管にガス分析装置のプロープを連結し、酸素、一酸化炭素、一酸化窒素、二酸化炭素の濃度を測定した。ガス分析装置と同様にK 型熱電対を取り付け、排気温度をデータロガーに記録した。負荷は、発電機により与え、無負荷、300W、500W、750W、1000W、1500W、2000Wの発熱量の異なる電熱ヒータを接続した。供試燃料として軽油、エタノールおよびブタノールを用いた。軽油をベース燃料とし、軽油とエタノールの混合燃料、軽油とブタノールの混合燃料の割合を変化させて、試料とした。各燃料の混合割合は、体積比率でエタノールは、0.05~0.15 まで0.05 間隔で増加させ、ブタノールは、0.05~0.25 まで0.05 間隔で増加させた。試料調製には、マグネチックスターラを用いて、各試料を約10 分間攪拌させ、十

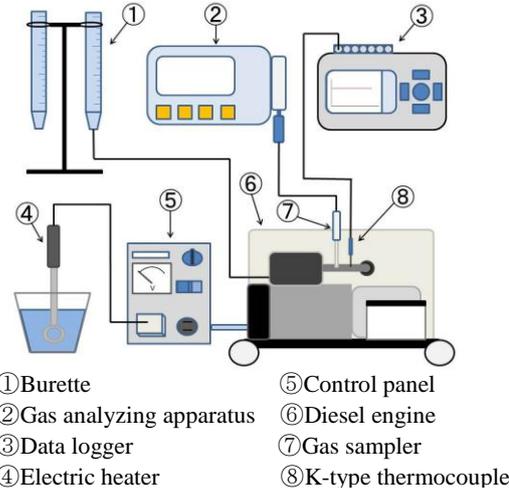


Fig.1 Schematic of an experimental apparatus

分な攪拌を行った。これらの混合燃料と軽油との各計測値の比較検討を行った。

### 3. 実験結果および考察

図2 に、ベース燃料を軽油としたエタノール添加試料での実験結果を示す。縦軸に燃料消費量 (ml/sec)、横軸に負荷 (W) とし、エタノール添加率0.00, 0.05, 0.10 と増加させた場合の結果が示されている。各試料すべてにおいて、負荷を増加させるにつれ、燃料消費量が増加する。また、エタノール添加率を増加させることによって、燃料消費量も増加する傾向が見られる。エタノール添加試料の場合、添加率を0.15 以上の場合、常温で軽油との分離が発生したため、エタノールにおいては0.10 までを実験結果とした。

図3 に、ベース燃料を軽油としたブタノール添加試料での実験結果を示す。縦軸に燃料消費量 (ml/sec)、横軸に負荷 (W) とし、ブタノール添加率 0.00~0.25 まで0.05 ごとに増加させた場合の結果が示されている。ブタノールにおいては、エタノールと異なり、常温でも分離が発生せず、目視では安定した混合となった。また、ブタノールも添加率を増加させると燃料消費量が増加した。

図4 に、軽油とエタノールの混合割合および負荷を変化させた際のガス分析装置による測定結果の一例としてNO 濃度を示す。エタノールの添加率を増加させた場合、NO 濃度は減少することが確認された。

図5 に、軽油とブタノールの混合割合および負荷を変化させた際のガス分析装置による測定結果の一例としてNO 濃度を示す。軽油のみと比べ、ブタノール

## Effect of Fuel Preparation on the Operating Characteristics of Compression-Ignition Engine

Yukiya IWAZAKI, Osamu IMAMURA, Hiroshi YAMASAKI and Yasushige UJIIE

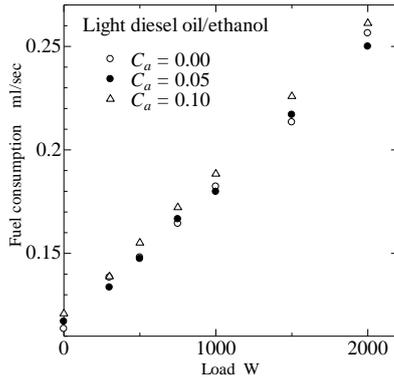


Fig.2 Fuel consumption of ethanol blended light diesel oil

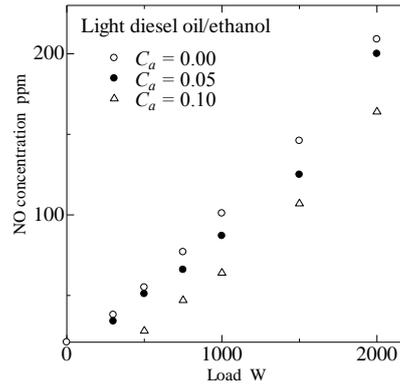


Fig.4 NO concentration of ethanol blended light diesel oil

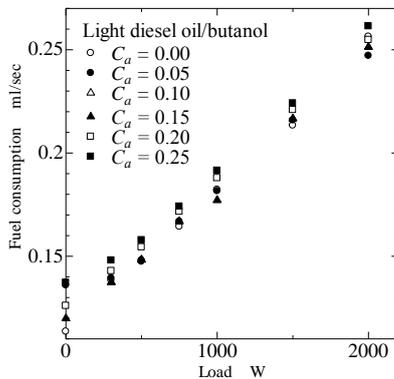


Fig.3 Fuel consumption of butanol blended light diesel oil

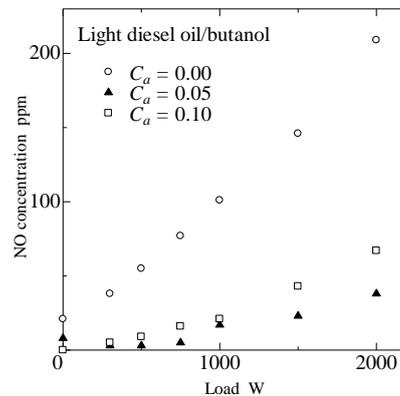


Fig.5 NO concentration of butanol blended light diesel oil

を0.05, 0.10 と添加していくとNO 濃度を大幅に減少する傾向が得られた。

図4, 図5 を比較すると, エタノール添加試料よりもブタノール添加試料の方がNO 濃度は大幅に減少していることがわかる. また, 添加率0.05 と0.10 の場合には, NO 濃度の結果が逆転している. この理由として, 目視では均一に分散しているように見えるが, 微視的には試料溶液中でブタノールが不均一に分散している可能性がある. そのため, 同一試料溶液内において, 濃度差が生じ, 安定した燃焼が行われていない可能性がある. そのため, ガス分析結果に影響を及ぼしたと考えられる.

図6 に, 軽油とブタノールの混合割合および負荷を変化させた際のガス分析装置によるCO<sub>2</sub> 濃度の測定結果を示す. ブタノール添加率0.05 をピークとし, 添加量を増加させると, CO<sub>2</sub> 濃度が増加していることがわかる. NO 濃度と同様に, 試料溶液中でブタノールが不均一に分散している可能性があると考えられる.

#### 4. 結言

圧縮点火機関の機関特性に及ぼす燃料調製の影響について, エタノールおよびブタノールを添加した場合の変化を実験的に検討した結果, 以下の知見を得た.

- 1) 軽油にエタノールおよびブタノールを混合させた場合, 添加率を増加させると燃料消費量が増加した.

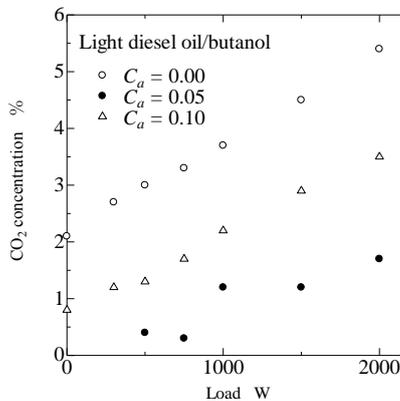


Fig.6 CO<sub>2</sub> concentration of butanol blended light diesel oil

- 2) エタノール添加率を増加させるとNO 濃度が減少した. 一方, ブタノール添加率を増加させると, NO 濃度はエタノール添加試料よりも減少した.
- 3) ブタノール添加試料と軽油を比較すると, CO<sub>2</sub> 濃度は減少するが, 添加率0.05 を超えると増加した.

#### 参考文献

- (1) 福田,石田,首藤,青柳, エタノール混合バイオディーゼル燃料の燃焼および排気特性に関する研究, 日本機械学会,第13 回動力・エネルギー技術シンポジウム講演論文集(2008 ), pp367-368