

FAME 燃料液滴の燃焼過程におけるメタノール添加の影響

日大生産工 (院)
日大生産工

○大神田 守 日大生産工(院) 鈴木 圭
今村 幸 日大生産工 山崎 博司

1. 緒言

近年, 既存の油系燃料の代替としてバイオディーゼル燃料 (BDF) やバイオエタノールが注目され普及しつつある. BDFやバイオエタノールはカーボンニュートラルの概念により二酸化炭素の排出抑制効果が期待されており, 使用範囲の拡大が期待される. BDFは主成分を脂肪酸メチルエステル (以後FAMEと略記) としており, 発熱量が比較的高く, 通常のディーゼル燃料と性状が大きく変わらないことに加え, 排出ガスにおける排気微粒子や未燃炭化水素, 一酸化炭素の排出を抑制することができることが報告されている. 一方で, 窒素酸化物 NO_x は 10 % 増加するとしている¹⁾. 本報ではBDFを有効利用することを目的としたものであり, 特にここでは, FAMEとしてオレイン酸メチルを用い, そこでメタノールを添加した混合燃料を用いて, その燃焼過程の検討を行い, 燃焼過程における二次微粒化が発生することを示すとともに, 燃焼速度定数や二次微粒化過程におけるマイクロ爆発, 液滴懸垂から点火までの空気に接触する暴露時間の影響についての検討を行った.

2. 実験操作および方法

燃焼実験装置の概略をFig.1に示す. 液滴燃焼実験には懸垂法を用いた. 懸垂線は, 黄銅製円盤の中心位置に直径0.15mmの石英細線を垂直に取り付けたものであり, 懸垂線の先端部を球状に加工している. 石英線の先端部に初期液滴直径 $d_0=1.4\text{mm}$ の燃料液滴をマイクロシリンジを用いて付着させた.

可視化系には高速度ビデオカメラと光源を用いた. 高速度ビデオカメラはフォトロン社製FASTCAM-512PCIを使用し, 実験時の撮影速度は500fpsとした. 光源は高速度ビデオカメラの対面に設置し, 液滴を背景光で撮影した. 点火には小ボタン炎を使用し, 点火後退避させた. 実験は通常重力下, 室温, 大気圧, 静止空

気中で行った. また, 液滴寿命は二次微粒化に支配されており, その発生は確率的様相を呈するため30回以上の実験回数を確保した. 燃焼実験に用いる供試燃料は, ベース燃料である脂肪酸メチルエステル (FAME) にはオレイン酸メチルエステル (試薬, 以後OME) を用い, 添加成分としてメタノール (試薬特級) を混入させた混合燃料である. それぞれの体積分率はOMEを0.8, メタノールを0.2と一定とした. 以上の実験に加えて, 供試液滴を懸垂してから添加までの時間 t_E の影響についてマイクロ爆発発生割合, および分布関数に及ぼす影響について検討を行った.

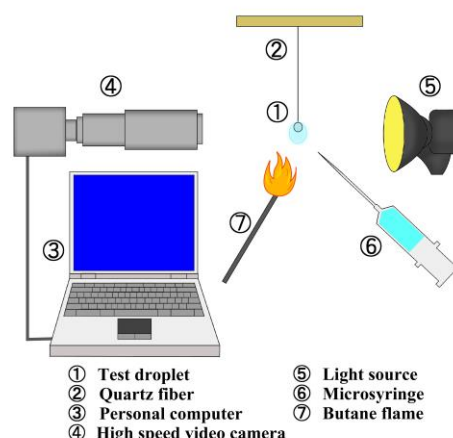


Fig.1 Schematics of Experimental Apparatus

3. 実験結果および考察

Fig.2 に供試燃料燃焼過程における液滴直径の二乗値の時間変化を示す. 懸垂から着火までの時間 t_E を 5s, 10s, 15s と変化させた場合の結果である. いずれの場合も初期加熱期間の直後にマイクロ爆発が発生しており, 燃焼速度定数の違いを特定するには至らなかったものの, この3条件で大きな違いが見られないことがわかる.

Effect of Alcohol Additions on Combustion Processes of a FAME Droplet

Mamoru OOKANDA, Kei SUZUKI, Osamu IMAMURA, Hiroshi YAMASAKI

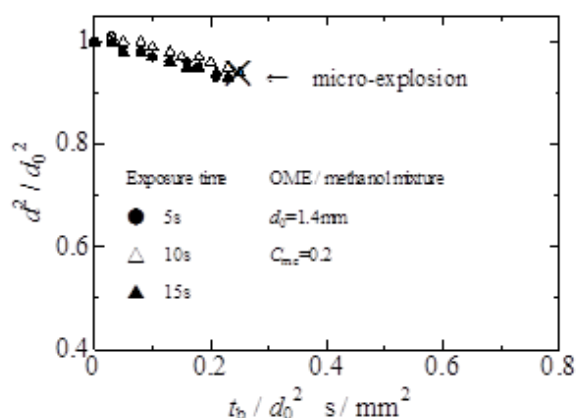


Fig.2 Time histories of squared droplet diameter of a burning OME / methanol

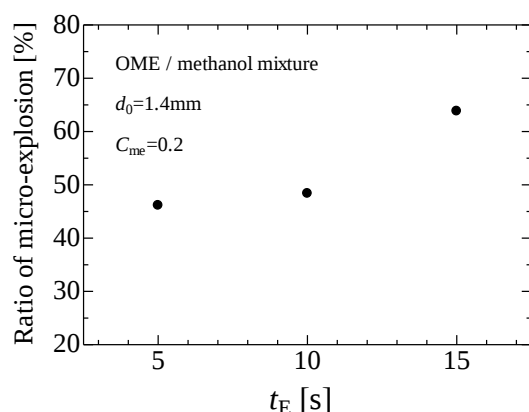


Fig.3 Effect on ratio of micro-explosion of exposure time of test droplet

Fig.3 は、実験液滴の二次微粒化過程に対する曝露時間の影響を示したものである。横軸は供試燃料を懸垂してから点火するまでの時間であり、縦軸は、実験回数におけるマイクロ爆発の発生割合である。ここでマイクロ爆発の発生割合としてはマイクロ爆発発生回数を 30 回となるように液滴燃焼実験を繰り返しており、その実験回数を分母としたマイクロ爆発回数として算出している。図からわかるように、マイクロ爆発の発生割合は t_E を 5s, 10s としても大きく変化していないことがわかる。また 15s の場合にはマイクロ爆発の発生割合が増加しており、今後の検討課題といえる。

Fig.4 にマイクロ爆発発生の分布関数を示す。図において横軸の起点は付着した供試燃料

が粘度減少により懸垂線先端に懸垂された時点である。またここでは、懸垂線先端に付着後の曝露時間 t_E を 5s, 10s, 15s と変化させた場合の結果が示されている。図から 10s の場合に $F=0.6$ 付近にて差異が見られるものの分布関数の起点、終点はほぼ一致しており、その差異は大きくないものと考えられる。

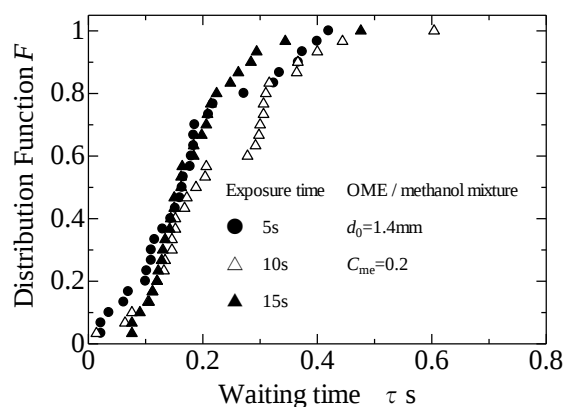


Fig.4 Distribution function of occurrences of micro-explosion of OME/methanol mixture

4. 結言

OME 燃料液滴の燃焼過程に対するアルコール添加の影響について以下の知見を得た。

- 1) OME 燃料にメタノールを混入させることにより、液滴寿命は二次微粒化により支配される。
- 2) 本実験の供試燃料を懸垂線に付着させた後の大気中への暴露の影響は燃焼速度定数、およびマイクロ爆発の発生割合への影響は小さいことが分かった。
- 3) ミクロ爆発発生の分布関数に対する懸垂液滴の曝露時間の影響は小さい。

参考文献

- 1) U.S. EPA, A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions, EPA420-P-02-001 (2002) 1-118.