

多成分燃料における相分離と蒸気泡発生に関する研究

— 細管内における BDF/水エマルジョン燃料の相分離と気泡発生 —

日大生産工(院) ○大神田守 日大生産工 今村幸 秋濱一弘 山崎博司

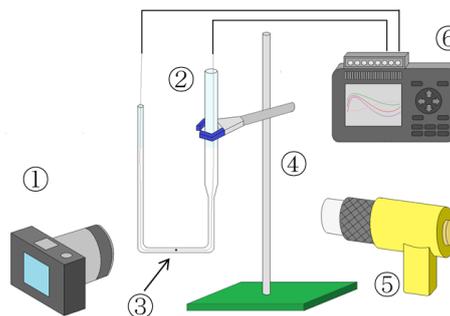
[1] 緒言

近年再生可能エネルギーの中の一つであるバイオディーゼル燃料(BDF)が普及しつつあり、今後も使用範囲の拡大が見込まれている¹⁾。植物油をエステル化させた 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、カーボンニュートラルにより二酸化炭素の排出・の抑制が期待できる。しかしながら、FAME に水を混入させエマルジョンとした場合についての検討は多くは行われていない。本研究は、ベース燃料に少量の水を混入した多成分燃料として、FAME/水エマルジョン燃料液を供試燃料とした場合について燃料を用いた場合についてベース燃料成分と添加水分相との分離現象を検討した。

[2] 実験装置および方法

実験装置の概略を Fig.1 に示す。実験装置は測定部および加熱部より構成される。測定部にはガラス管をクランプにて固定し取り付けした。ガラス管内には太さ 50 μ m 長さ 30cm の K 型熱電対を、ガラス管外の温度を測定するためには坂口電機製 T-35 型 シース熱電対を用い、GRAPHTEC 製 GL220 のデータロガーを用いて温度データの取得を行った。また、データロガーとの接続は直径 5 mm のリード線を用いて、撮影系は、デジタルカメラへマクロレンズを取り付け、LED 光源を用いて行った。デジタルカメラは、Nikon 製 V2 を用いビデオ録画モードとした。デジタルカメラおよび LED 光源はガラス管に対して上面に設置し、ガラス管内部へ封入した試料の相分離および蒸気泡発生を観察記録した。加熱系には白光製のヒートガンを用いて細管内部に封入した試料の加熱を行い、相分離、蒸気泡発生までを観察した。本実験では、ベース燃料として *n*-ヘキサデカンを用いた。乳化剤

である界面活性剤には、ポリオキシエチレンアルキルエーテル(エマルゲン LS -110、花王(株)、HLB = 13.4、以後 Surfactant A)を使用した。界面活性剤の含有率(体積割合)Cs は 0.03 と一定として、純水、ベース燃料の混合割合を変化さ



① Camera ② Glass Tube ③ Thermocouple (K type)
④ Holder ⑤ Hot Gun ⑥ Logger

Fig.1 Schematics of Experimental Apparatus

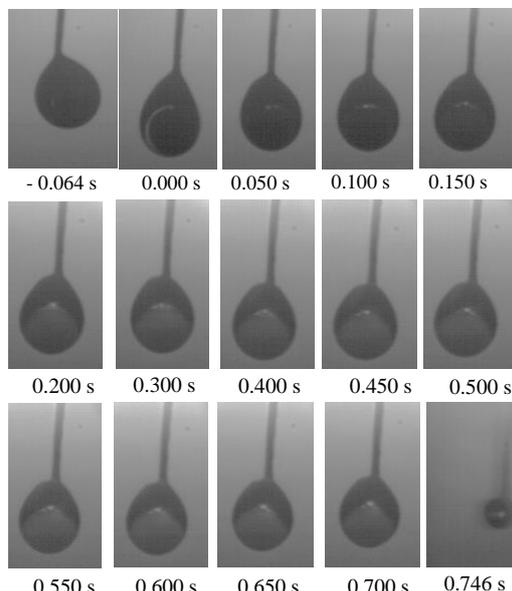


Fig.2 Phase separation processes in a burning OME/water emulsion droplet.

Study on Phase Separation and Vapor Bubbles Nucleation in Multi-Component fuel

— Phase Separation and Bubble Nucleation of Emulsion Fuel in a Capillary —

Mamoru OOKANDA, Osamu IMAMURA, Kazuhiro AKIHAMA and Hiroshi YAMASAKI

せ、エマルジョン燃料の調製を行った。純水の含有率 C_w は 0.10, 0.20, 0.30 と変化させた。これらを所定の体積割合で混合し、マグネチックスターラで攪拌した。液滴燃焼に関しては懸垂法を用いて実験を行った。両実験は室温、大気圧下、静止空気中で行った。

[3] 結果と考察

Fig.2 は含水率 $C_w = 0.20$ としたときの OME/水エマルジョン燃料液滴におけるマイクロ爆発発生までの燃焼過程の液滴の様子を示す。なお、 $t = 0$ s は液滴を加熱したことで粘度が変化することにより燃料液滴が懸垂線の最下点に達した時点とした。また t が負の値を示しているものはブタン炎を液滴により加熱を始めた時点である。また静止画像は 0.05 s 毎の時間過程を示している。なお、液滴の様相を明確にするために画像の輝度を変更している。図より、 $t = 0$ s においてすでに燃料液滴内に分離した水滴が確認できる。これは FAME_p/水エマルジョン燃料液滴と同様にであった。

Fig.3 に *n*-ヘキサデカンベース燃料としたエマルジョン液滴の相分離過程を示す。ここでは既に油相内に水相が複数存在していることが確認できる。燃焼初期に対しても水相が複数存在し、図中で視認できる限りでは、水相が一つとなるまでに約 0.700 s を要した。すなわち以上のことから OME, FAME_p, および *n*-ヘキサデカンとした場合で相分離過程には差異が生じることがわかる。

Fig.4 は含水率 $C_w = 0.30$ としたときの *n*-ヘキサデカン/水エマルジョン燃料における相分離と蒸気気泡発生時の可視化例で示す。細管内の試料を加熱することにより、約 110°C 付近にて試料燃料が管内で相分離している様子が観察できた。また、相分離後加熱を継続することにより 135°C 付近において蒸気気泡の発生が確認できた。加熱後 39s 時の画像のより、油相内に複数の水相が存在していることも確認できた。

Fig.5 に細管内の温度変化を示したグラフを示す。グラフより加熱時間 18s 付近より温度勾配が緩やかになっていることが確認できる。Fig.4 の可視化例と Fig.5 より 18s 付近においてエマルジョンの相分離が発生していることが確認できる。また、44s 付近において急激な温度の低下がみられる。これは、蒸気により凝固したものである。

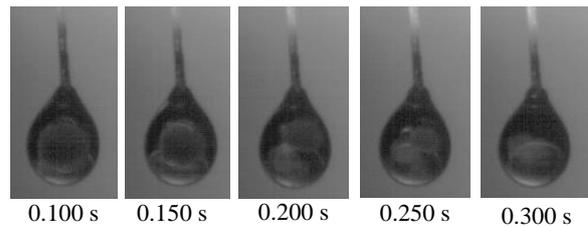


Fig.3 Phase separation processes in a burning *n*-hexadecane/water emulsion droplet.

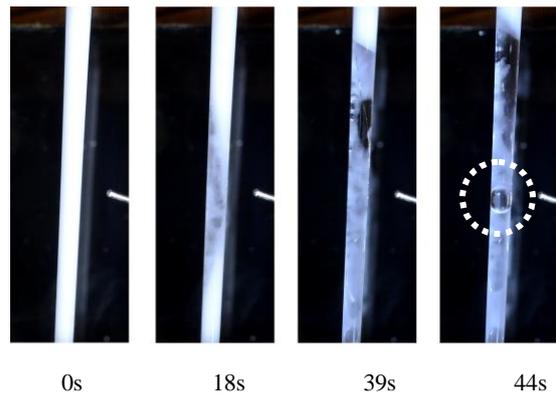


Fig.4 Phase separation processes

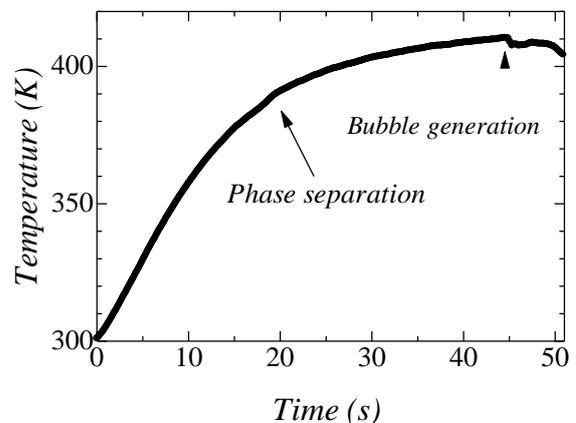


Fig.5 Time history test emulsion in capillary

[4] 結言

FAME/水エマルジョン燃料と *n*-ヘキサデカン/水エマルジョン燃料で発生する二次微粒化過程と液滴内での相分離過程を検討した。細管内に封入した供試燃料の加熱実験を行った結果、細管内での相分離発生温度、蒸気気泡発生温度を明らかにした。

【引用文献】 1)Mwangi, J. K. et al, Energy saving and pollution reduction by using green, fuel blends in diesel engines, Applied Energy 159 (2015), pp.214-236