

複数液滴を用いたバイオマス燃料の干渉蒸発実験

日大生産工(院) ○楊 之晨 日大生産工(院) 村越 好泰
日大生産工 野村 浩司 電力中央研究所 橋本 望

1 緒言

近年, 化石燃料の大量消費により, 二酸化炭素などの温室効果ガスの排出による地球温暖化の問題が生じている. また, 化石燃料は数十年後に枯渇することが予想されていることから, 新エネルギーを導入する必要がある. そこで, バイオマス燃料が代替燃料として注目されている. しかしながら, バイオマス燃料の燃焼に関する基礎データが不足しているのが現状である. バイオマス燃料の燃焼現象を解明することで, バイオマス燃料をより効率的, かつクリーンに使用していくことが重要である.

PME (Palm Methyl Ester) や JME (Jatropha Methyl Ester) などのバイオマス燃料を実機に用いて, 燃焼特性および排出ガス特性を調べた例は多くある. しかしながら, 噴霧燃焼実験の現象を解析するために必要な基礎データは不足しており, また, 燃焼のメカニズムは未だに解明されていない. 噴霧燃焼においては, 噴霧を構成する燃料液滴の蒸発・燃焼挙動が干渉し合い, 噴霧燃焼全体の挙動が決まってくる. この干渉効果の基礎データを収集するため, 噴霧燃焼を微視的に捉えた複数液滴の干渉蒸発実験を行う.

2 実験装置および方法

図 1 に, 実験装置の概略を示す. 実験装置は, 高圧容器, 高圧容器内部モジュール, 温度制御装置, 液滴観察装置から構成されている. 内部モジュールは高温容器, 液滴生成装置および液滴移動装置から構成されている. 従来の実験で使用していた懸垂線支持棒¹⁾に改造を施し, 直線状に並べられた 3 個の燃料液滴列を懸垂できるようにした. 液滴列を高温容器の内部に 0.1 ms で移動させ, 高温容器に設けられた観察

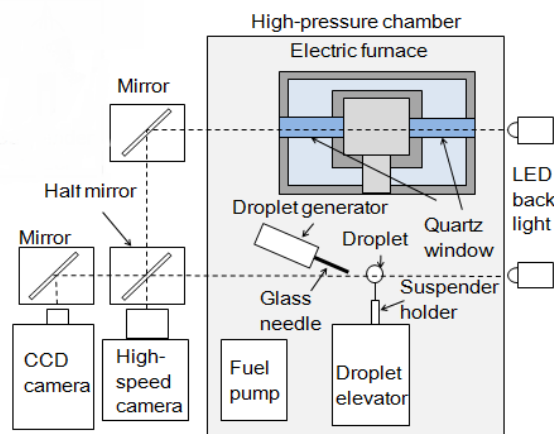


Fig.1 Experimental apparatus.

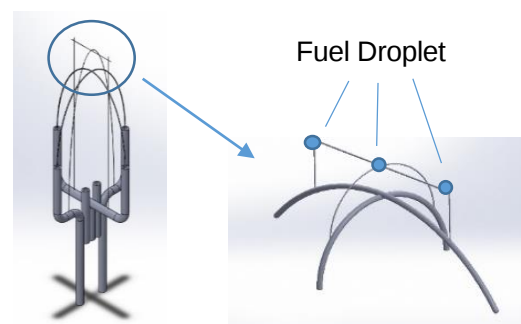


Fig. 2 Droplet suspender for multiple droplets

窓から, 高速カメラを用いて蒸発現象を撮影した. 燃料には PME を使用した. 実験のパラメータは雰囲気温度 T_a , 雰囲気圧力 P_a , 液滴初期直径 d_0 , 液滴間隔 S , および無次元液滴間隔 S/d_0 とした.

3 複数液滴懸垂システム

本実験では複数液滴の干渉蒸発実験を行うため, 図 2 に示されるような 3 個の液滴を直線状に懸垂できる新型支持棒を考案した. 図 3 に

Experiments of Interactive Evaporation of Biomass Fuel with Multiple Droplets

Shishinn YO, Takahiro MURAKOSHI, Hiroshi NOMURA and Nozomu HASHIMOTO,

実際に燃料液滴が懸垂されている様子を示す。直径が 0.35 mm の液滴 3 つを液滴間隔 1.2 mm で水平方向に懸垂させている。

4 実験結果および考察

雰囲気温度 573 K, 雰囲気圧力 0.1 MPa の条件で, 初期直径を 0.35 mm, 無次元液滴間隔 S/d_0 を干渉がしやすい²⁾無次元距離 3 として, PME 燃料液滴の干渉蒸発実験を行った。図 4 に中間液滴と端の境界液滴の無次元直径履歴を示す。中間液滴の方が蒸発が遅いことがわかる。これは両隣の液滴の蒸発に中間液滴の加熱が阻害されているからだと考えられる。また比較のため, 同じ条件で, 単一液滴の蒸発実験を行った。干渉蒸発実験における両端の液滴の無次元直径履歴は単一液滴の無次元直径履歴とほぼ同じであった。この条件においては, 干渉効果が両端の液滴の蒸発にあまり現れないことがわかった。以上より, 雰囲気温度 573 K, 圧力 0.10 MPa, 液滴無次元間隔 3 の条件では, 干渉蒸発の効果は中間液滴にのみ強く現れることがわかった。

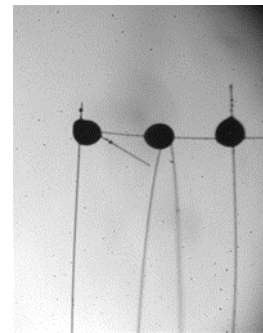
5 結言

通常重力環境, 雰囲気温度 573 K, 雰囲気圧力 0.10 MPa, 液滴無次元間隔 3 の条件で PME の 3 液滴列蒸発実験を行い, 直径履歴を計測した。得られた知見を以下に示す。

- (1) 干渉蒸発の効果は中間液滴に強く現れ, 蒸発が遅くなることがわかった。
- (2) 両端の液滴には, 干渉蒸発の効果が顕著には現れない。

参考文献

- 1) 金子 堅太郎, 高温雰囲気におけるパーメチルエステルおよび軽油の液滴の蒸発温度計測, 微粒化シンポジウム講演論文集(2012) p. 73-78.
- 2) Keiichi OKAI, Interaction Effects on Combustion of Alcohol Droplet Pairs, JSME International Journal, series B, No.1(2001) p. 44.



$$S/d_0 = 3.4$$

Fig. 3 PME droplets.

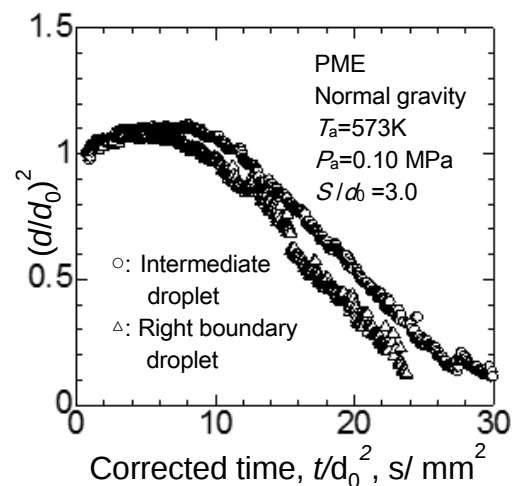


Fig.4 Nondimensional diameter histories of intermediate droplet and right boundary droplet.

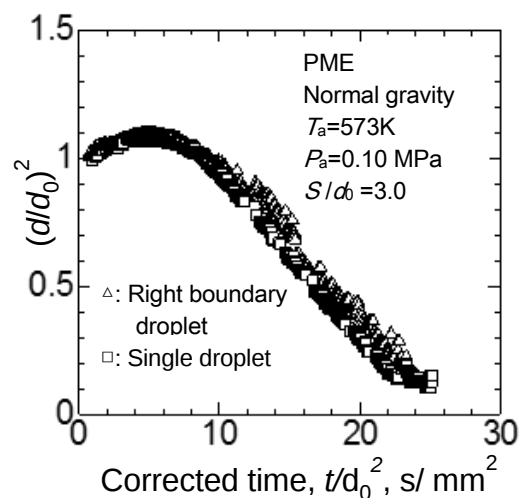


Fig.5 Nondimensional diameter histories of single droplet and right boundary droplet.