

日本液体微粒化学会 微粒化研究推進助成 研究課題実施終了報告書

研究課題名：バイオオイル液滴の蒸発実験によるパフィンング機構の解明

研究代表者：九州大学大学院工学研究院 准教授 安藤詩音

助成期間：2024年4月1日～2025年3月31日（1年間）

➤ 実施内容

近年、石油代替燃料としてのバイオ燃料が注目されている。一方で、バイオ燃料は石油由来燃料とは異なる燃料特性（例えば、粘度や沸点）を有するため、純粋な代替ではなく、石油由来燃料との混合燃料としての利用が現実的とされている。本研究では、このような混合燃料の燃焼挙動に関する基礎的知見を得ることを目的とし、特に噴霧燃焼における基本単位である単一液滴の蒸発過程を調査した。

当初はバイオ燃料の代表例としてバイオオイルの使用を検討したが、その高粘度ゆえに本研究で用いる実験装置には適用が困難であった。そのため、まずは比較的低粘度で代表的なバイオアルコールであるエタノールを用いた。また、石油由来燃料としては、代表的な直鎖状炭化水素である正デカンを選定した。

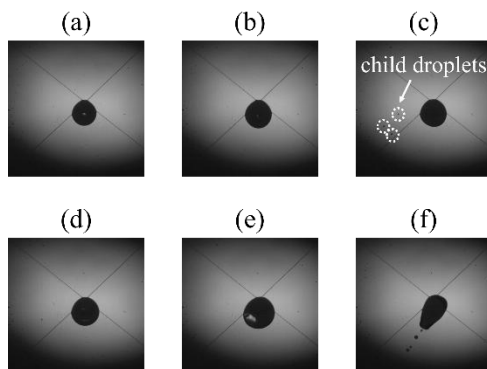
まず、直径約 1000 μm の粗大液滴を対象に、高圧燃焼器内において蒸発挙動を観察した。液滴は SiC 製懸垂線の交点に支持し、高温炉内に挿入して蒸発させた。雰囲気条件は、温度 473 K、圧力 0.1 MPa とした。その結果、エタノールを含む混合燃料液滴においては、内部での高揮発成分の蒸発により「パフィンング」と呼ばれる破裂的な挙動が観察された。

続いて、直径約 70 μm の微小液滴を対象に、同様の雰囲気条件下で蒸発実験を実施した。微小液滴では懸垂線の影響が無視できなくなるため、懸垂線は使用せず、ピエゾインジェクタによって生成した自由液滴を高温気流中に曝露する手法を採用した。個々の液滴の追跡は困難であったため、カメラ位置を固定し、視野内を通過する液滴の径を観察・計測した。その結果、混合燃料を用いた場合、下流に向かって平均液滴径が減少する一方で、液滴径のばらつきが増大する傾向が見られた。一方、正デカン単体を用いた場合は液滴径が一様に減少し、おおよそ d^2 則に従った挙動（液滴径の 2 乗が時間に対して線形に減少）を示した。この場合、液滴径のばらつきは小さく、パフィンングに起因するような挙動は観察されなかった。

これらの結果から、微小液滴においても粗大液滴と同様に、混合燃料では内部沸騰によるパフィンングが発生しうることが示唆された。さらに、1 次元の液滴蒸発モデルによる解析の結果からも、内部沸騰の開始時刻が液滴寿命よりも短いことが確認され、実験観察と整合する傾向が得られた。本研究ではカメラ位置を固定していたため、微小液滴におけるパフィンングを直接的に可視化するには至らなかったが、観測された液滴径分布の広がりやモデル計算結果により、パフィンングの発生を間接的に示唆することができた。これにより、粗大液滴において得られた知見が、実際の噴霧燃焼条件にも適用可能である可能性が示された。

➤ 外部発表

- 第 33 回微粒化シンポジウムにて発表（2024 年 12 月）



粗大液滴のパフィンングの様子（液滴径 1000 μm 、雰囲気条件 0.1 MPa, 473 K）