

炭化水素燃料の熱分解と PAH および PM 生成についての研究



Name	柏 昂希 / Kashiwa Koki	E-mail	kkashiwa@ibaraki-ct.ac.jp
Status	助教		
Affiliations 所属学会・協会	燃焼学会, 火災学会, 自動車技術会		
Keywords	燃焼生成物, 熱分解, PAH, PM, Soot		
Technical Support Skills 技術相談・提供可能技術	・燃焼生成物 (PAH や PM, Soot 等) の測定 ・CHEMKIN ソフトウェアを用いた数値解析		
Message to the Industry 産業界へのメッセージ	内燃機関や燃焼器から排出される燃焼生成物 (PM, Soot, PAH, CO ₂ 等) の測定が可能です。大気環境を汚染し人体へ悪影響を及ぼす PM の排出低減のため, PM の生成過程の解明を行っています。		

Research Contents

炭化水素燃料の熱分解と PAH および PM 生成についての研究

炭化水素燃料の燃焼により排出される粒子状物質 (PM) は, 大気汚染や健康への悪影響から問題となっています。PM 排出で問題視されてきたディーゼル機関の燃焼温度は 2,000 K 以上の高温となることから, PM 生成に関する多くの研究は高温領域を対象として行われてきました。一方で, 噴霧燃焼において PM は着火直後の低温雰囲気や火炎より上流側でも生成されることが知られており, PM の生成過程を詳細に把握するためには高温領域だけでなく低温領域についても明らかにする必要があります。さらに, 噴霧燃焼や拡散燃焼では様々な酸素濃度の領域が存在するため, 酸素濃度ごとの PM 生成量や生成機構を明らかにしなければなりません。しかし, 低温領域を対象とした研究は少なく, 低温領域での酸素濃度と PM 生成量の関係については不明な点が多くあります。そこで本研究では, 低温領域での炭化水素-酸素-窒素混合気から生成される PM の質量濃度を測定し, 温度および酸素濃度が PM 生成量に与える影響の解明に取り組んでいます。また, 多環芳香族炭化水素 (PAH) は, PM の主成分である Soot の前駆物質であることから, PAH の質量濃度測定や数値計算を用いた反応経路の解析も行っています。

これまでの研究では, ベンゼン-酸素混合気の熱分解により生じた PM 質量濃度を測定した結果, 高温条件では酸素の付加に伴い PM 質量濃度が減少するが, 低温条件では酸素の付加に伴い PM 質量濃度が増加することを明らかにしました (図 1)。また, PAH についても質量濃度を測定し, 無酸素条件で生成されたビフェニル (2 環の PAH) の濃度はナフタレン (同じく 2 環の PAH) の濃度よりも高いが, 酸素付加条件で生成されたビフェニルの濃度はナフタレンの濃度よりも低くなることを明らかにしました。これらの研究結果から, 低温領域では酸素の存在によって主要な PAH の生成経路が変化しており, これが PM の生成量に影響を及ぼしていると考えられます。現在は実験装置をモデル化し, CHEMKIN を用いた数値計算により PAH 質量濃度の計算も行っています。図 2 は, ベンゼン-酸素-窒素混合気から生成された PAH 質量濃度の実験と数値計算結果です。絶対値は異なりますが, 数値計算結果は実験結果と同様の傾向を示しています。数値計算による反応経路解析を合わせて行い, PM 生成過程の解明を進めています。

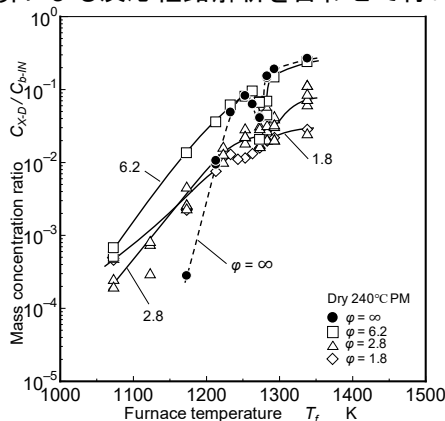


図 1 各当量比条件における PM の質量濃度

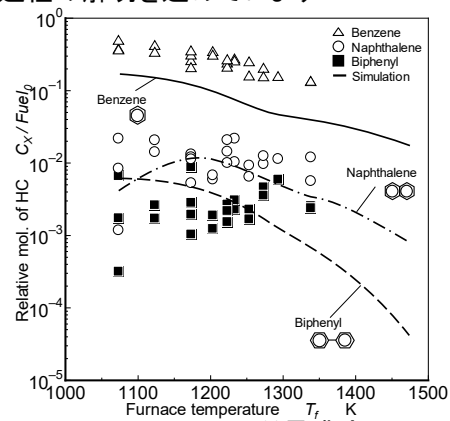


図 2 PAH の質量濃度

Available Facilities and Equipment

ガスクロマトグラフィ (TCD, FID)

数値解析ソフトウェア (Chemkin-Pro)