OS2-02

混合気体中におけるエタノール液滴と固体壁の衝突

Impact of ethanol droplets on solid surfaces in mixed gases

○学 伊藤 一樹^{*1}, 澤井 冴^{*1}, 渡部 正夫^{*1},小林 一道^{*1}, 藤井 宏之^{*1}, 真田 俊之^{*2}Kazuki ITO^{*1}, Sae SAWAI^{*1}, Masao WATANABE^{*1},Kazumichi KOBAYASHI^{*1}, Hiroyuki FUJII^{*1} and Toshiyuki SANADA^{*2}^{*1} 北海道大学 Hokkaido University^{*2} 静岡大学 Shizuoka University**Key Words:** Droplet impact, Splash, Ethanol droplet, Ethanol vapor,

液滴と固体壁の衝突現象は我々の身の回りで起こる現象であり、その現象に関する研究は多岐にわたっている。それらの研究成果はインクジェット式プリンタ、コールドスプレーなどの技術の発展に大きな貢献を果たしている。また半導体の洗浄においては半導体のデバイス製造過程で発生するパーティクルや金属不純物などの汚染物質を除去するため二流体ジェット洗浄⁽¹⁾と呼ばれる枚葉洗浄が用いられている。このように液滴の衝突現象は工学的に広く利用されているが、その詳細メカニズムは明らかではない。洗浄効果が得られる要因として、液滴衝突が大きな役割を果たしていると考えられている。

液滴が固体壁に衝突した後の液滴挙動は、液膜が固体表面に沿って半径方向に進展する Lamella と、液膜から二次液滴が飛散する Splash に大別される。先行研究により、Splash の発生は衝突速度、液滴の大きさ、形状と液体の表面張力に加え、周囲気体が影響するということが分かっている。Xu ら⁽²⁾により、Splash は周囲気体圧力が低いほどその発生が抑制されることが示されている。また、周囲気体が液膜を不安定化させて Splash を発生させるような応力 Σ_G と Splash の発生を抑制するような表面張力由来の応力 Σ_L が見積もられており、Splash の発生閾値ではその比が定数となることが示されている。

$$\Sigma_G \sim (\rho_G)(C_G)(V_e) \sim \frac{PM_G}{k_B T} \sqrt{\frac{\gamma k_B T}{M_G}} \sqrt{\frac{RV_0}{2t}}, \quad \Sigma_L = \sigma/d = \sigma/v_L t.$$

本研究では圧力と温度が可変のチャンバー内で注射針からエタノール液滴を自由落下させ、スライドガラスに衝突させた。その様子をハイスピードカメラを用いて観察する。周囲気体は空気とエタノール蒸気、エタノール蒸気と窒素ガスの混合気体を用い実験を行った。エタノール蒸気だけでは高圧力にするためには高温にしなければならない。そのため、低温度での高圧力を実現するために混合気体を用いた。

まずヒータによって真空チャンバーを目標の温度まで温め、空気中の場合は真空ポンプを用いて目標の圧力にした。エタノール蒸気中の場合は、一度沸騰させたエタノールをビーカーに入れ、真空チャンバーに設置する。真空ポンプで真空にした後、十分な蒸発がされるまで時間をおいてから液滴衝突実験を行うことで蒸気雰囲気中での液滴衝突を実現した。

文 献

- (1) 真田俊之, 渡部正夫, 関映子, 林田充司, “水蒸気と水の混合噴流による洗浄技術”, 噴流工学, Vol. 24, No. 3 (2007), pp. 1-7.
- (2) Xu, L., Zhang, W. W., and Nagel, S. R., “Drop Splashing on a Dry Smooth Surface”, *Physical Review Letters*, Vol. 94, (2005), 184505.