

紫外光照射による通常空気からの水エアロゾル/水滴生成

*吉原經太郎(豊田理研)、高鳥芳樹(豊田中研)、宮崎洸治、梶井克純(首都大院、工)、坂本陽介、川崎昌博(京大院、工)

[序] 紫外光を通常空気に照射すると水エアロゾルや水滴が生成することを発見した。紫外光が酸素を光分解し、幾つかの過程を経て過酸化水素が生じ、これが水滴の核となる。反応中間体を検出し、反応のシミュレーションとあわせて気相反応機構を調べた。また粒子形成反応について検討した。

[実験] 反応は実験室で行った。反応容器として、対流型、拡散型、中立型(温度勾配なし)を用いたが、何れの場合も水エアロゾルないしは水滴が生じた。生成した粒子はそれぞれ特徴的な挙動を示した。光源として、パルス紫外線レーザー(ArF レーザー(193 nm)など)または定常的光線である低圧水銀燈(185 nm、全波長出力 0.1~70 W)を用いた。生成粒子の観測は可視部レーザーによる光散乱測定、キャビティー・リング・ダウン分光法(CRDS)、DMA 粒子計測もしくは顕微写真撮影を用いた。反応中間体 HO_2 ラジカルの観測は化学增幅とレーザー誘起蛍光法に依った(1)。

[反応機構と討論] 200 nm 近傍の酸素分子吸収端の光を与えると酸素

は直ちに分解してオゾンを与える。これが更なる光を吸収すると分解して活性な酸素原子 (${}^1\text{D}$) を生じ、これが空気中の水分子と反応して OH ラジカルを作る。これが契機となっていくつかの過程を経て最終的に過酸化水素が生じる。この反応機構は 2 つの中間体の観測と 29 の関連する素反応のシミュレーションの結果を比較することによって確かめた(2)。過酸化水素が核になって水滴が生じることとオゾンと水の光反応によっても水滴が生じることを別途 CRDS で確認した。

各種温度・湿度条件下の光(レーザーおよび水銀灯)照射によって生じる粒子の粒径分布と粒径成長時間経過を DMA 観測によって調べた。観測した範囲の全て(温度範囲 15~50°C、相対湿度、約 10~100%)に於いて、約 10 nm (測定限界) から粒子の形成が見られた。環境条件によってこれらは約 50~150 nm へ成長する。過飽和条件になると 10 μm 程度へ成長する(粒子の写真撮影)。このような現象は自然でも起こっていると思われるが、大気中のエアロゾルの形成や雲核生成などに関与するのではないかと考えられる。

- (1) Y. Sadanaga, J. Matsumoto, K. Sakurai, R. Isozaki, S. Kato, T. Nomaguchi, H. Bandow, Y. Kajii, *Rev. Sci. Instr.*, **75**, 2004, 864. (2) K. Yoshihara, Y. Takatori, K. Miyazaki, Y. Kajii, *Proc. Jpn. Acad. Ser.B*, **83**, 2007, 320.