

172 nm エキシマーランプによる NO_x, SO_x 除去に関する研究

(九大院総理工) ○川原 将史, 加茂 直大, 辻 正治

1. 緒言

発電所、自動車、工場などから排出される NO_x、SO_x による大気汚染は大きな問題であり、これらの有害物質を排ガスから取り除く方法が求められている。酸素を含む雰囲気下でもこれらの有害物質を同時低減できることが望ましい。

本研究室では最近 N₂、O₂ 共存下で大気汚染物質の除去が可能な光分解プロセスの開発研究を行っている。¹⁾²⁾ 本研究では、排ガスに紫外線 (172 nm 光) を照射し、排ガス中に約 10 %含まれる酸素 (O₂) からオゾン(O₃)やラジカルを生成させ、これらを NO_x、SO_x と反応させることで処理する実験を行った。この方法では、排ガス中の酸素からオゾンを生成させるので、尿素などの反応物を積載、補給する必要がない。また、オゾンは大気中で酸素に戻るので環境への影響が小さいと考えられる。さらに 172 nm 光は排ガスの主成分である N₂ には全く吸収されない。このため、N₂ の分解は起こらず、放電による NO_x 生成(N + O → NO)のような問題は起こらない。一方 172 nm 光は O₂、NO_x、SO_x に吸収され、これらの選択的分解に寄与すると期待できる。

2. 実験

実験装置図を図 1 に示す。NO₂ / N₂、または NO₂ / O₂ / N₂ 混合物を一定量反応セル内に導入し、系が大気圧を保つようにガスを流しながら、172 nm Xe₂ エキシマーランプを照射した。NO₂ / O₂ / N₂ 混合物中の N₂ : O₂ 比は四重極質量分析計(QMS)で決定した。ランプ照射前後の NO_x 濃度をフーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) で測定し、NO₂ の残留率と N₂、O₂、生成物の生成率および、O₃ 生成量を決定した。

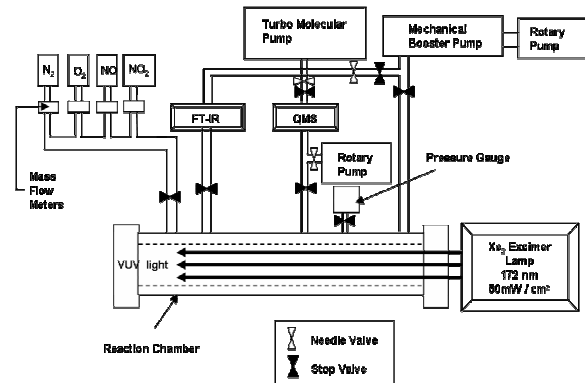
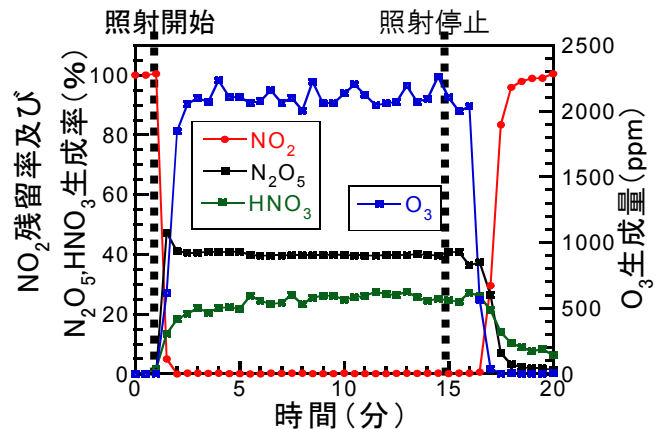


図 1. 実験装置図

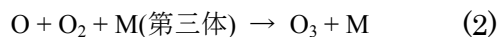
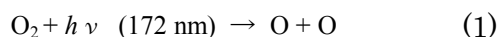
3. 実験結果

3.1 NO₂ 処理

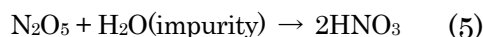
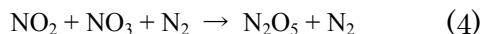
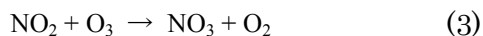
図 2 に流量 1 L / min において仮想排ガス雰囲気下 (窒素 90 % + 酸素 10 %) で NO₂ 200 ppm を処理したときの実験結果を示す。ガスを光分解セルに導入後 1 分で 172 nm 光照射を開始、15 分で照射を停止している。この結果、照射から 1 分以内に NO₂ は 100 %、N₂O₅ と HNO₃ に変換されることが分かった。酸素を含む雰囲気下では次の反応によりオゾンが

図2. 流量 1 L / min における NO₂ (200 ppm) の処理効率 (窒素 90 % + 酸素 10 % 雰囲気)

生成する。



このオゾンが次の反応を起こし、 NO_2 が N_2O_5 、 HNO_3 に変換されると考えられる。



3.2 SO_2 処理

図3に流量1 L/minにおいて仮想排ガス雰囲気下(窒素90% + 酸素10%)で SO_2 200 ppmを処理したときの実験結果を示す。この結果、 SO_2 は172 nm光照射開始直後に最もよく減少させることができ、最大で30%減少させることが分かった。また雰囲気の酸素濃度が高いほど減少が進む傾向が見られ、酸素を20%導入した場合には最大で60%減少させることができた。FT-IRの分析結果から生成物は H_2SO_4 、 SO_3 であると考えられる

3.3 $\text{NO}_2 + \text{SO}_2$ 処理

図4に流量1 L/minにおいて仮想排ガス雰囲気下(窒素90% + 酸素10%)で NO_2 200 ppmと SO_2 200 ppmを処理したときの実験結果を示す。 NO_2 については、 NO_2 単独での実験結果と同じように172 nm光照射中は NO_2 を完全に N_2O_5 、 HNO_3 に変換することが出来た。 SO_2 は SO_2 単独での実験の結果よりも残留率が高くなったものの SO_2 を減少させることはできた。照射直後に減少値が最大となり、 SO_2 を約25%減少させることができた。

4. まとめ

(1) 流量1 L/minの仮想排ガス雰囲気下で NO_2 200 ppmを100%、 N_2O_5 または HNO_3 に変換できた。 NO_2 は水にほとんど溶けないため回収が困難だが N_2O_5 、 HNO_3 は水によく溶けるため容易に回収できる。そのため真空紫外光照射下での O_3 を用いた NO_2 の分解は高価な触媒を使用しない NO_x 除害プロセスとして今後の実用化が期待できる。(2) SO_2 200 ppm 流量1 L/minで酸素を10%含む雰囲気下では最大30%、酸素20%を含む雰囲気下では最大60%減少させることができた。(3) NO_2 、 SO_2 を混合した系でもこれら2つの物質を低減させることができた。

【参考文献】

- 1) M. Tsuji, J. Kumagae, T. Tsuji, and T. Hamagami, *J. Hazardous Mater.*, **108**, 189 (2004).
- 2) M. Tsuji, K. Noda, H. Sako, T. Hamagami, and T. Tsuji, *Chem. Lett.*, **34**, 496 (2005).
- 3) M. Tsuji, M. Kawahara, M. Senda, and K. Noda *Chem. Lett.*, **36**, 376 (2007).

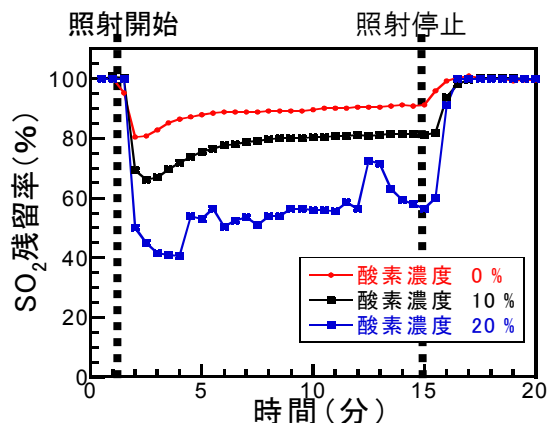


図3.流量1 L/minにおける SO_2 (200 ppm)の処理効率

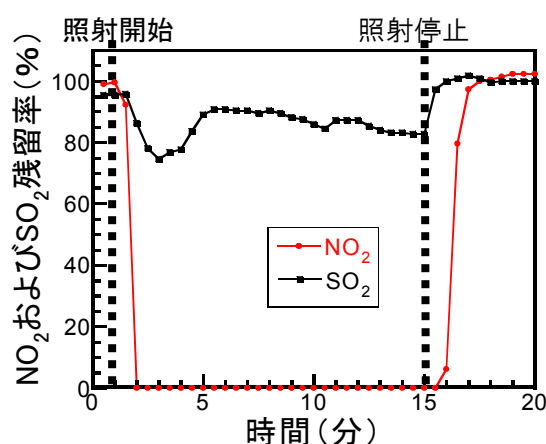


図4.流量1 L/minにおける
 NO_2 (200 ppm) + SO_2 (200 ppm)の処理効率
(窒素90% + 酸素10% 雰囲気)