

3. 実験結果および考察

3.1. NH₃ 分解に及ぼす波長の影響

NH₃ の波長に対する吸収係数は大きく変化すること、NH₃ が分解するほど NH₂ ラジカルが生成し脱硝反応が進むと予想されることから、NH₃ 分解率に及ぼす波長の影響を調べることは重要である。ここで、光反応器内に滞在する NH₃ 分子に作用する光子数 N [-] を次式で定義する。

$$N = A \cdot P \cdot \theta \{1 - \exp(-\alpha \cdot P_{\text{NH}_3} \cdot d)\} / h\nu \quad (1)$$

$$\nu = c / \lambda \quad (2)$$

A はランプ表面積[cm²], P はランプ出力[W/cm²], θ はガス滞留時間[s], α は NH₃ の吸収係数[atm⁻¹cm⁻¹], P_{NH_3} は NH₃ の分圧[atm], d は流路幅[cm], h はプランク定数[J s], ν は振動数[1/s], c は光の速さ[m/s], λ は紫外線波長[m].

波長 λ を変化させた時、 α と P が変化することで N が変化することになる。

Fig. 2 は NH₃ 分解率に及ぼす波長の影響を調べた結果である。 $N = 10^{20}$ 以下までは 172 nm よりも 190, 185 nm の方が NH₃ 分解率が高い。これは NH₃ の吸収係数 α が 190 nm > 185 nm > 172 nm であることに起因している。一方、ランプ出力 P は、172 nm > 190 nm > 185 nm であるため、172 nm のランプが最も多い光子数を発生でき、結果 NH₃ 分解率も最も高くなった (48.3%)。これより、光脱硝には 172 nm のエキシマランプが適していると結論できる。

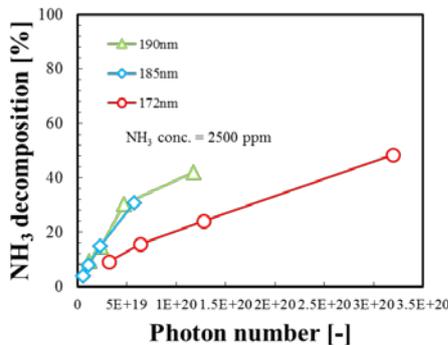


Fig. 2 NH₃ decomposition by three different wavelength.

3.2. 脱硝特性

Fig. 3 に光子数の変化に対する脱硝率の変化を示す。ガス総流量 (1.0–3.0 L/min) と NH₃/NO モル比 $M_R = 1.0–2.0$ を変化させると、光反応器内ガス滞留時間 θ と NH₃ 分圧 P_{NH_3} が変化するため、NH₃ 分子に作用する光子数が増加する。

Fig.3 から光子数の増加によって脱硝率が増加することがわかった。これはすなわち、NH₂ 生成量を増加させるためと理解できる。これより、同じ光子数では一定の脱硝率を示すものと予想されるが、Fig.3 では M_R の増加によって脱硝率が増加した。これ

は、過剰の NH₃ の存在により脱硝反応が促進されることを示している。

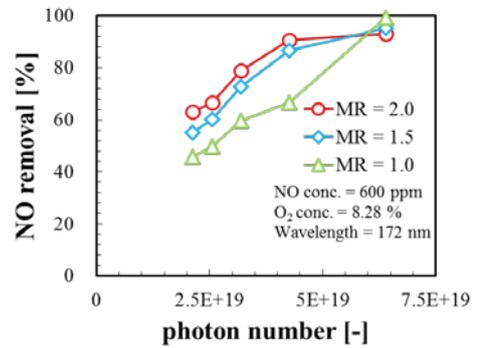


Fig. 3 Effect of photon number on NO removal.

3.3. スケールアップ

Fig.1 の光反応器 (ラボスケール) を容積基準で 4.2 倍にスケールアップし、脱硝特性を比較した。両者の比較因子を NH₃ に作用する光子数 1 個あたりの NH₃ 分子数[個] (NH₃/Photon) とし、脱硝率との関係を Fig.4 に示した。ガス流量範囲は、パイロットスケールにおいて 1.0–25 L/min である。

Fig.4 より NH₃/Photon が大きくなると脱硝率が低下することが両スケールの反応器において観測されたが、その特性は異なることもわかった。これは、脱硝反応が単に NH₃/Photon だけではなく、他の因子 (例えば、光の透過距離やガス流れの状態) にも影響を受けることを示している。

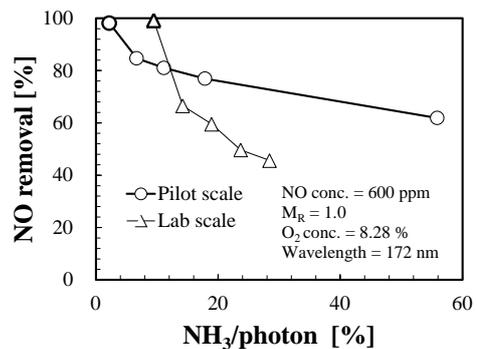


Fig. 4 Effect of NH₃/Photon ratio on NO removal between the lab-scale reactor and the pilot-scale reactor.

参考文献

1. S. Kambara, Y. Hayakawa, M. Masui, N. Hishinuma, K. Kumabe, H. Moritomi, *Fuel*, 94, pp.274-279, 2012.
2. 武山彰宏, 神原信志ら, 日本機械学会論文集 B 編, 79(801), pp.64-68, 2013.
3. Thompson, B. A. et al., *J. Geophysical Res.* 68, 6431-6436, 1963.