

パルスアーク放電による NO 生成における放電パラメータの最適化

Optimization of discharge parameters for nitric oxide synthesis using pulsed arc discharges

○ 原 慎吾, 大原 健輔, 光木 文秋, 池上 知顯

(熊本大学大学院自然科学研究科)

1. はじめに

従来, 農業用土壌の殺菌や燻蒸剤として臭化メチルが使用されてきた。しかし, 臭化メチルはオゾン層破壊物質であることから, その使用が漸次禁止されることになっている。したがって, この臭化メチルの代替となる土壌消毒技術が必要となっている。土壌消毒技術としてオゾンガスや一酸化炭素(NO)ラジカルを用いることが検討されているが, NO は植物生育への影響や土壌中の細菌効果への影響はまだ確かめられていない。

本研究では NO ガスの植物生育への影響や土壌中細菌の殺菌効果を調べるため, 高濃度 NO を効率的に生成できるプロセスの開発を目的としている。また NO 生成時に NO₂ などの副生成物が発生することから, これらの副生成物の発生をできるだけ抑制できる NO 生成プロセス開発を行う必要がある。NO 生成にはパルスアーク放電を使用した。大気圧アーク放電はの放電に比べ生成が容易でガス温度が高くなるため, NO の生成に適している。本研究では自爆放電電圧に近い電圧が印加されたロッドやチューブ電極を放電管内に設置し, 放電管の外からトリガーパルスを印加することによりパルスアーク放電を発生させた。

本論文ではパルスアーク放電による一酸化窒素(NO)生成において, 放電パラメータである放電繰り返し周波数, 材料ガスの供給や放電ガスの取り出し方法, 電極形状などの影響を調べたので報告する。

2. 実験方法及び実験装置

本実験で使用したアーク放電による NO 生成装置の概略を図 1 に示す。また, 図 2 に石英放電管内の電極の詳細を示す。この電源回路を内径 8 mm の石英管内に外径 3mm, 内径 2mm のステンレス製チューブ電極と直径 3 mm のステンレス製ロッド電極を 5mm の距離で対向させて設置して主放電電極とした。セラミックコンデンサ(2000 pF を 2 個直列接続)を直流高圧電源で充電し, 放電電極に高電圧を印加した。点火コイルを用いて発生させた高電圧

トリガーパルスを, 石英管外周に沿って一回巻きつけたトリガー用電極に加え, 主電極との間で放電させ, 主放電電極間にアーク放電を誘発させた。また, ステンレス製電極はロッドとチューブの 2 種類を使用した。アーク放電の繰り返し周波数はトリガーパルスの周波数によって変化させた。主放電電極間の電圧波形は高圧プローブ(岩通)を, 電流波形は電流プローブ(PEARSON 4100)を用いてデジタルオシロスコープ(Tektronix)を用いて測定した。フローメータによって合成空気(N₂:O₂=4:1)の流量を調節し, 図 3 に示すような放電電極とガスの流入出方法により, 石英管内及びチューブ電極の中を通して石英管内に供給した。石英管内で生成した NO 及び NO₂ の濃度を NO_x ガス分析器(島津製作所 NOA-7000)により測定した。本実験では, 放電繰り返し周波数を変化

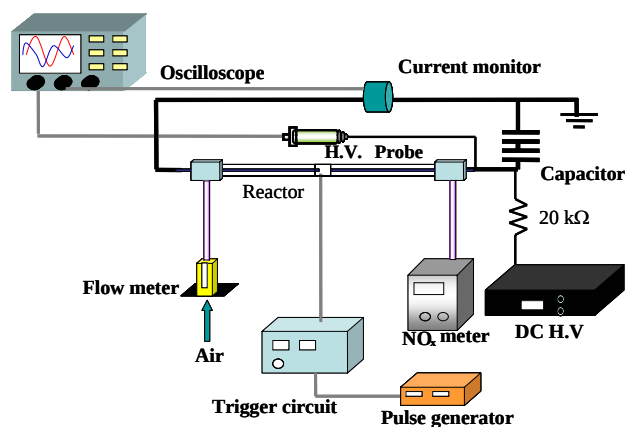


図 1 アーク放電生成の装置概略

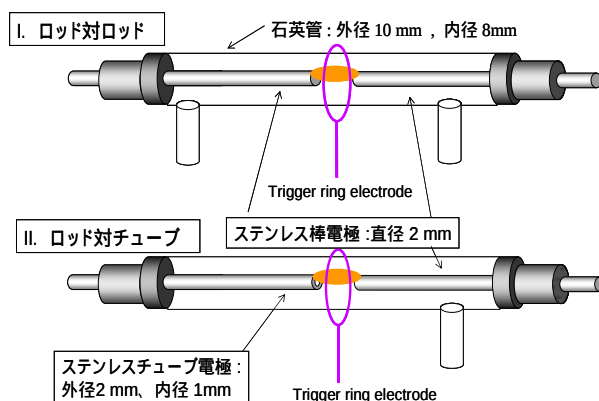


図 2 石英管内の放電電極の詳細

させながら同時に、生成 NO 濃度を測定して NO 生成に最適な放電条件を調べた。

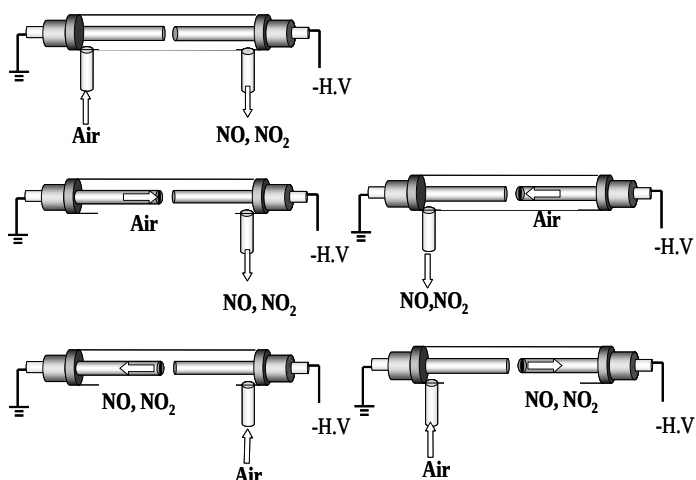


図 3 実験で使った放電電極とガスの流入出方法

表 1 実験条件

放電電圧	-6 kV ~ -8 kV
放電繰り返し	5~80 Hz
電極	φ 2 mm ステンレス製ロッド 及びチューブ
放電コンデンサ	1,000 pF
流量	1.0 l/min
電極間ギャップ長	5 mm
材料ガス	合成空気(N ₂ :O ₂ =4:1)

3. 実験結果

ロッド対ロッド電極と接地側チューブ対ロッド電極で得られた繰り返し周波数のパラメータと NO 生成との関係を示す。チューブ対ロッド電極のときにロッド対ロッド電極と比較して生成ガス (NO_x=NO+NO₂) 中の NO の割合(NO/NO_x)が高くなった。ロッド対ロッド電極では約 70% の NO 比であったが、チューブ対ロッド電極では 60Hz 以上の放電繰り返し周波数において 80% 以上の NO 生成比が得られた。また、チューブ対ロッド電極の場合、ロッド対ロッド電極と比較して NO の濃度は増加し、NO₂ の濃度は減少した。

4. まとめ

ロッド対ロッド電極に比べチューブ対ロッド電極の方が高効率で NO を生成できた。他の結果については発表にて報告する。

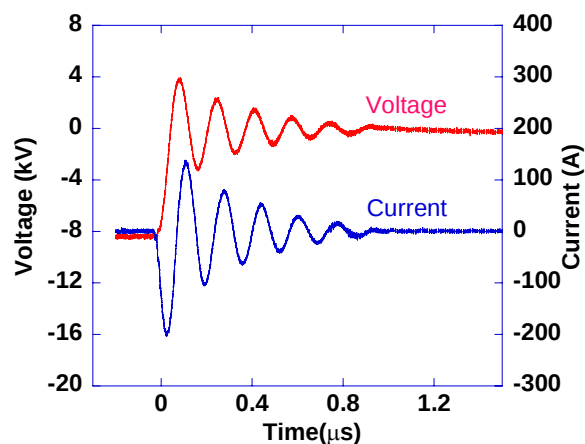


図 4 アーク放電の電圧電流波形

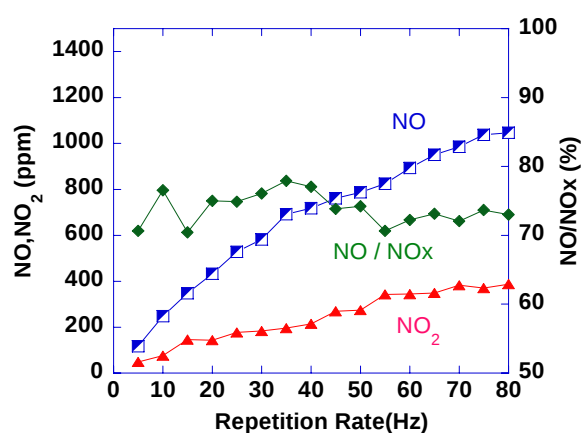


図 5 ロッド対ロッド電極における放電繰り返し周波数と NO,NO₂ 濃度関係

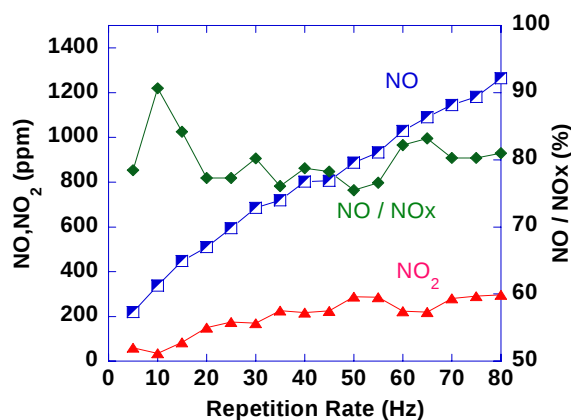


図 6 接地側チューブ対ロッド電極における放電繰り返し周波数と NO,NO₂ 濃度関係

問合せ先
熊本大学大学院自然科学研究科
原 慎吾
E-mail: hara2000@st.cs.kumamoto-u.ac.jp