

7. 航空エンジン排気ジェットにおける NO_x と水蒸気からの氷晶との干渉

航空推進研究センター クリーンエンジン技術グループ

林 茂、山田秀志、牧田光正

研究の背景と概要

超音速機エンジンからの排気 NO_x は成層圏のオゾン層を破壊し、一方、亜音速機からの NO_x はオゾンを生じて地球温暖化を進めることが分かっている。しかし、NO_x の一部はエンジン排気中に含まれる水蒸気が高空の低温域で凝縮し生成する水滴や氷晶に取り込まれたり吸着されたりして、オゾンの破壊や生成の反応を変える可能性がある。

この実験では、ジェットエンジンの排気と同組成の排気(飛行機雲)を小型燃焼器で発生させ、極低温の大気の流れの中に導き、排気に含まれる水蒸気の凝結により氷晶を生じさせる。それを採取し分析することにより排気中の NO_x がどの程度氷晶に取り込まれるかを明らかにする。

想定される成果

氷晶分析の結果、NO_x の取り込まれる量が無視できないと判明した場合、これまでに行われてきている航空機排気の地球大気への影響シミュレーションの予想を見直す必要がある。

これまでの実験経過

予備実験

人工の氷晶を発生させる装置を製作して、その氷晶の中に標準の NO、NO₂ ガスを添加してどの程度取り込まれるかを試した。

氷晶発生装置は 3 重管構造で、中心部(内径 58.6)に主流ガスその外側に主流と同じ温度のガスを流し、一番外側が真空層になっている。主流の速度、標準ガスの濃度、流量をパラメータに氷晶の生成の様子と接触時間に対する NO_x の吸収度合いを確認した。図 1 は、予備実験装置と捕集した氷晶から検出された NO₂、NO₃ イオン濃度を示す。(主流に窒素ガス - 50 で毎分 20、上端より毎分 0.5 の飽和水蒸気用窒素ガス、874ppm の NO₂ 標準ガスを毎分 1 ~ 2 で 40 分間供給した場合の例)

捕集された氷晶中に硝酸イオンが検出され、燃焼排気による本格的な実験の検討を進めた。

屋外実験

燃焼排気ガス中の水蒸気を凝縮氷結させるには、相当大がかりな冷凍装置が必要となるため、自然大気を利用して実験が可能かどうか検討した結果、平均気温 - 20 以下になる場所を選定した。

場所：北海道足寄郡陸別町

時期：2002 年 1 月 28 日 ~ 2002 年 2 月 6 日

協力体制：陸別町から実験場の提供、北海道陸別町しばれ技術開発研究所の支援

氷晶の分析：北海道大学低温科学研究所

情報交換：名古屋大学大学院工学研究科、名古屋大学太陽地球環境研究所

実験装置・手順

燃焼排ガスを外気で冷却しても混合気中の水蒸気濃度が飽和以上となり、氷晶ができる条件を満たすように装置を製作した。(図 2)燃焼器サイズは直径約 6cm、冷却ダクトの内径は 30cm、長さ約 3m。

- ・実験棟内の燃焼器でジェットエンジンの模擬排ガスを作り配管で放熱し大気中に放出する。
- ・排ガス中の NO、NO_x、CO、CO₂、O₂ 濃度を測定する。
- ・ダクト内で外気と混ざり氷点以下となり、排ガス中の水蒸気が氷晶となる。
- ・氷晶を捕集用フィルターで採取する。

問題点

- ・フィルターに捕集された氷晶の周りを燃焼ガスが通過するためにサンプルに接触する時間が長くなった。

- ・ 氷晶サンプル量確保のため、氷晶の生成度合いによってフィルターの交換時間が異なった。
- ・ 空気と混合した燃焼排ガスの NOx 濃度を測定していなかった。

分析結果

採取した氷晶と燃焼排ガスとの暴露時間の関係が得られなかったため、NOxの濃度(80~640ppm)に対する定量は出来なかったが、pHは6.1~5.2、硝酸イオン NO₃⁻は1.7~4.5 μg/ml で酸性雨より高かった。

今後の実験予定

- ・ 氷晶の採取方法をフィルターから沈降式に変え NOx の再吸収を防ぐ。
 - ・ 燃焼排ガスの NOx 濃度と空気と混合してからの NOx 濃度を測定する。
- 以上の点を考慮して次回の屋外実験で、氷晶中に取り込まれる NOx を定量する。

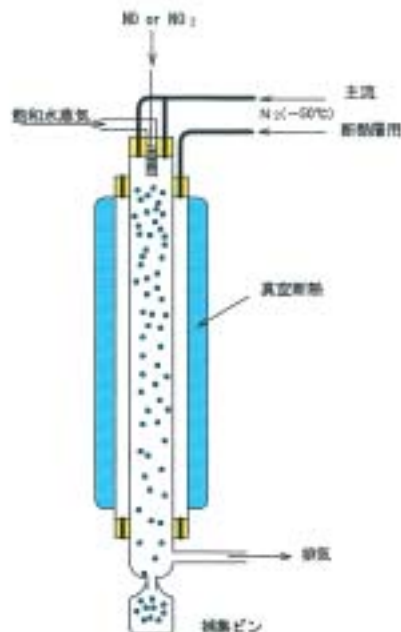
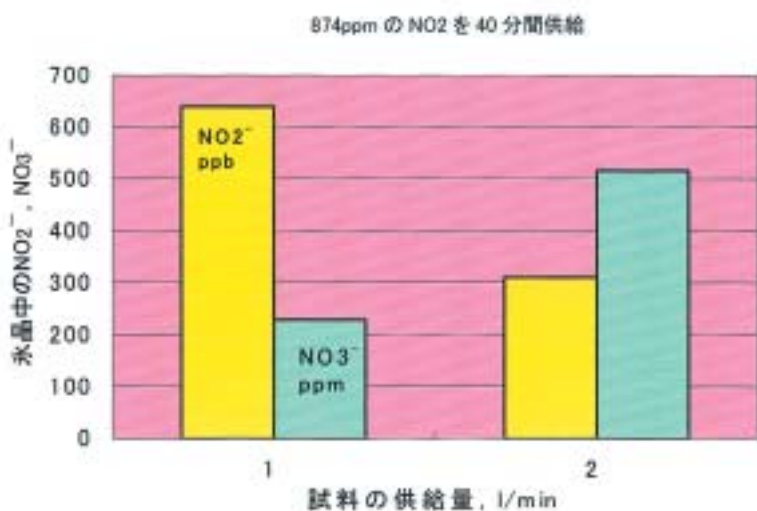


図1 予備実験装置

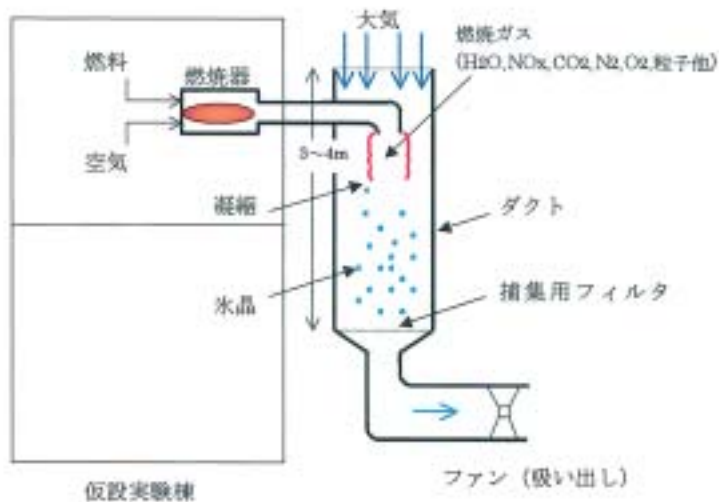


図2 屋外実験装置