

10年02月20日

専攻	環境・生命工学専攻	学籍番号	957470	指導教官氏名	教授 北田敏廣
申請者氏名	Abul Kalam Azad				教授 水野 彰
					教授 北尾高嶺

論文要旨(博士)

論文題目	Study on the Air Pollution Control Systems for Dhaka, Bangladesh (ダッカ、バングラデシュの大気汚染制御システムに関する研究)
------	--

(要旨 1,200字程度)

都市域の大気汚染は、多くの発展途上国で深刻な環境問題となっている。バングラデシュの首都ダッカは、現在の人口が約900万人であり、発展途上国における巨大都市の一つである。さらに、地方からの急激な人口流入が継続し、都市および都市域のいっそうの拡大が来世紀にわたって予測されている。種々の独特のディーゼルエンジンを持つ乗り物、例えば、三輪オートリキシャなどからの排出がダッカの大気汚染にもっとも寄与していると推測されるが、拡大する都市ダッカの住居用建築材であるレンガを焼く工場地帯が市の北西部と南東部に広がり、特に冬季(すなわち乾季)には、他の産業と並んで第二の重要な大気汚染源を形成すると考えられる。これらの推測にもかかわらず、これまでダッカの大気汚染に関するシステムティックな研究は、まったくなされてこなかった。

本研究は、まず1995年12月—1996年1月にかけて分子拡散チューブ法によりダッカの SO_2 と NO_2 の10日平均濃度の空間分布を世界で初めて測定し、深刻な大気汚染の実態を明らかにするとともに、ダッカの排出源分布を調査、この分布を用い微量化学物質の空間3次元、非定常移流/拡散/反応/沈着モデルの数値シミュレーションによって、観測濃度分布に対する各種排出源の寄与を明らかにした。さらに、2010年でダッカの人口が1700万人に達するという世界銀行の予測をもとに、何もしなければこの時点での大気汚染が SO_2 と NO_2 の濃度分布の意味でどのようになるかをシミュレーションにより予測した。また、燃料転換等を含む各種の排出源制御シナリオのもとにシミュレーションを行い、良好な大気環境を保全しつつ来世紀を迎えるためのシナリオを検討した。以下、章ごとに内容を要約する。

第1章では、研究目的、論文構成等を述べている。

第2章では、1995年12月から1996年1月にかけてダッカで行った SO_2 および NO_2 の空間分布の測定に関してその方法および結果について述べている。ダッカおよびそれを取り囲む東西40km、南北約50kmの領域にわたって、気象条件から高濃度が予測される冬季(乾季でかつ弱風安定成層)の大気汚染の実態が初めて明らかになった。最も高い SO_2 濃度は、10日平均値で100ppbを越える極端なものであった。 NO_2 については、35ppb程度であったが、これは11月頃の名古屋の工場地帯とほぼ同程度である。高濃度域は、市の中心部を北西から南東に走る幹線道路および市街中心部にまたがっていた。冬季の一般的な風向は、この幹線

道路にほぼ平行して流れるブリガンガ河（ガンジスおよびブラマプトラ河の支流）に沿いベンガル湾に向かう弱い北ないし北西の風であるが、濃度分布もこれを反映するものであった。

第3章では、ダッカにおける SO_2 および NO_x の排出源分布を推定している。推定交通量、工場・民生用の燃料別の使用量推定値と排出ファクターから、排出源分布を推定したもので、ダッカ都市域からの排出量は、 SO_2 が日量72 ton、 NO_x が同じく70 tonと算定された。本章では、さらに、ダッカの気候特性について述べるとともに、観測対象期間の気象場を推定している。

第4章では、 NO_x 、 SO_x 、炭化水素類、 O_3 等を含む微量化学物質の大気拡散/反応/沈着モデルを用い、第2章の排出源分布、気象場のもとで数値シミュレーションを行った。計算結果を NO_2 、 SO_2 について観測結果と比較することによりシミュレーションの精度を評価したが、空間分布および濃度の絶対値に関して極めて良好な一致を得た。この結果、当該シミュレーションモデルを用いて、排出源に対する種々の制御シナリオの効果を評価する妥当性が示された。また、このシミュレーション結果をもとに、大気中での SO_2 から SO_4^{2-} へ、 NO_2 から HNO_3 へ、等の酸性物質への変換速度を見積もり、それらの地表への乾性沈着量を推定した。

第5章では、人口予測を基に推定した排出量を用いて2010年の濃度分布を予測した。その結果、例えば SO_2 について、ダッカの中心部の全域で現在の濃度を60%以上上回る極端な高濃度が予測された。これらは、日本の環境基準値である1日平均値40 ppbをはるかに越えるものである。これを基に、燃料転換を含む一連の大気汚染制御シナリオの効果を第5章で述べたモデルのシミュレーションによって検討した。自動車燃料のディーゼル油の硫黄分を1.44%から0.5%に下げること、ディーゼル油からガソリンあるいは天然ガスに変えること、等を含む。市の中心部の SO_2 濃度は、いずれの方法でも基準を満足したが、 NO_2 濃度に関しては、天然ガスへの転換のみが基準を満たした。天然ガスは、バングラデシュで産出する唯一の燃料資源であり、この有効利用が当面の課題と考えられる。なお、市の南東部に存在する極度に高い SO_2 濃度を下げるには自動車の燃料として天然ガスを用いることに加えてレンガ工場を含む産業界からの排出を50%削減することが必要と推定された。

第6章では、前章までの研究を基礎にダッカの都市大気環境改善のための方策が提案されている。