

学位論文題名

大気シミュレーションによる低排気車導入の大気影響予測

学位論文内容の要旨

大気汚染の問題は古くて新しい問題である。自動車をはじめとして長年にわたる排気削減の努力にもかかわらず、大都市を中心に世界の多くの都市で環境基準を達成出来ないでいる。その中でも早期から光化学オキシダントに悩まされてきたロサンゼルスにおいては1990年の大気浄化法により2010年までにオゾンの環境基準120ppbの達成を義務づけられた。そのための施策のひとつとして、自動車排気の大規模な削減を立案し、排気削減のための大きな潜在能力を有しているとして代替燃料車の導入も計画された。

本研究は、このようなロサンゼルス地区における自動車排気の大規模な削減によるオゾン濃度の低減施策に対し、3次元大気シミュレーションモデルによる将来大気環境の予測を行い、自動車排気の寄与を解析することによる削減施策の評価と排気低減手法に対する提言を主目的とした。さらに同様な問題を抱えている日本、欧州等への適用できるモデルとするため、国内への適用を第二の目的とした。

そのための手法としてモデルの選択、入力すべきデータベースの準備を行った。選択したモデルはCITモデルと称されているものであり、カリフォルニアにおける排気削減のための手法として採用されたMIR法の検証手法として用いられたものである。自動車以外の排出源からの排気排出量データ、気象条件データはカリフォルニア州政府が準備したものを用い、市場へは未投入の低排気レベルの排気排出量、排気組成データについては、開発途上車のものから市場投入に近い仕様の車のデータを用いることで、将来の排気データの精度向上を図った。さらに、将来期待されている排気の高減に見合った条件を基準にして、各種施策の効果を解析するために、計算条件の見直しを行い、境界条件の新たな設定法を追加した。

シミュレーション条件を整えたうえで、各種排気削減策によるオゾン濃度低減効果の解析を実施した。電気自動車、メタノール車、その他低排気レベル車の排気データによるオゾン濃度の解析により、電気自動車増大に伴う発電所からの排気増加の寄与は小さいこと、排気組成の大幅に異なるメタノール車の排気データに対するオゾン濃度低減効果は、MIR法で見積もるよりもやや過小評価になることを示した。

さらに自動車の排気削減によるオゾン濃度低減に対する寄与は削減されるROG/NO_x比率に大きく影響されることを明らかにした。すなわち、ROG削減は常にオゾン濃度を低減させるが、NO_xについては、最高オゾン濃度が出現する時点におけるROG/NO_x比が

20以下の場合にはNO_x削減が逆効果になること、20以上では有効に働くことを明らかにした。この傾向については環境基準達成目標年である2010年においても基本的には変化しないことを示した。それは、現在進められている自動車排気削減策がROG/NO_x比を変化させないことによる。

次に本モデルの国内、関東圏への適用について検討した。その結果、実測データとの一致性を向上させるため幾つかの改良が必要であることが明らかになった。本研究ではその中で拡散係数設定法の改良を検討し、再現性向上を図ることができた。

本論文は7章より構成されている。

第1章においては、研究の背景と研究の目的、目標およびプロセスについて述べ、1990年の大気浄化法改訂に伴う、自動車排気削減の考え方の変更を基にした大気予測手法に関する研究の必要性について述べた。

第2章においてはシミュレーションモデルの概要と、データベース、化学反応モデルについて述べ、境界条件設定法の改良検討の結果について述べた。境界条件設定法の改良は、特に将来の環境改善時点を基準にした自動車排気の大気影響を解析するという観点からの実施した。

第3章においては、自動車排気データの処理による入力データ作成手法について述べた。自動車排気データはまだ市場に投入されていない車のデータを用いることから、開発途上車のデータを用いることとし、入力データ作成に関しては汎用性ある手法を確立した。

第4章では、低排気車導入によるオゾン濃度低減効果解析結果について述べ、これらを基にした統一的な排気削減によるオゾン濃度低減効果の評価手法について言及した。この中では、電気自動車、メタノール車という具体的な環境改善のための候補車について個別に解析を行うと共に、低排気車全体としてのオゾン濃度低減に対する統一的な解釈を可能にする手法について言及した。

第5章では、この解析結果を基に2010年における大気環境改善効果と、その時点における自動車排気削減効果の解析結果について述べた。ここでは、自動車排気削減におけるROG/NO_x比が基準とした1987年と異なることから、同様な削減効果になることを示した。

第6章は本モデルの国内への適用検討に関する記述であり、シミュレーション条件の整備と、拡散係数設定法に関する検討結果、今後の検討課題について述べた。本章ではモデルによる計算結果の実測値との再現性を確保するための改良に主眼を置き、拡散係数設定法の改良が必要であることを示した。

第7章は本研究の結論であり、得られた成果を総括している。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 伊 藤 献 一
副 査 教 授 宮 本 登
副 査 教 授 太 田 幸 雄
副 査 教 授 佐 藤 義 治

学 位 論 文 題 名

大気シミュレーションによる低排気車導入の大気影響予測

大都市を中心に世界の多くの都市で大気環境基準の未達成が問題となっている。米国ロサンゼルスでは2010年までにオゾン環境基準を達成するための施策として、電気自動車、メタノール車、その他の低排気レベル車の導入が計画されている。このような低排気車の導入による自動車排気の大規模な削減によるオゾン濃度の低減施策に対しては、その効果を適切に予測し評価することが肝要であり、そのためには信頼性の高いシミュレーションモデルの構築、適切な境界条件の設定、検証方法、排気データの信頼性の確保など様々な課題をあらかじめ克服する必要がある。

本論文は、3次元大気シミュレーションモデルによるロサンゼルス地区の将来大気環境の予測を行い、自動車排気の寄与を解析し、削減施策の評価と排気低減手法に対する提言を行うことを主目的とし、さらに我が国への適用を試みたものである。

まず、シミュレーションの精度と信頼性を向上させるため、入力すべきデータベースの整備、すなわち自動車以外の排出源からの排気排出量データ、市場へ未投入の低排気レベル車の排出量を独自の手法で算定している。とくに排気組成データについては、開発途上車から市場投入に近い仕様の車のデータを用いることで、将来の排気データの精度向上を図っている。さらに、各種施策の効果を解析するために、将来の排気低減に見合った境界条件の新たな設定法を創出している。

解析の結果、電気自動車増大に伴う発電所からのNO_x排気増加の寄与は小さいこと、排気組成の大きく異なるメタノール車のオゾン濃度低減効果は、MIR法で見積もるよりも少ないことを明らかにした。さらに自動車排気削減によるオゾン濃度低減に対する寄与は削減される反応性有機化合物ROGとNO_xの比(ROG/NO_x)に大きく影響されることを指摘した。すなわち、ROG削減は常にオゾン濃度を低減させるが、NO_xについては、最高オゾン濃度が出現する時点におけるROG/NO_x比が20以下の場合にはNO_x削減が逆効果になること、20以上では有効に働くことを明らかにした。この傾向については環境基準達成目標年である2010年においても基本的には変化しないことを示した。すなわち、低排気車導入後の将来においてもROGの削減がオゾン低減の効果的であることを指摘している。したがって排気低減策がROG/NO_xを変化させないことが必要であることに言及している。

本モデルの国内、関東圏への光化学オキシダント予測への適用に際しては、信頼性確保のため、シミュレーション条件の整備と鉛直拡散係数設定法の改良が必要であることを明らかにしている。

これを要するに、著者は、従来不確定要素が多く将来予測の困難であった3次元大気シミュレーションを可能とするデータの整備、条件設定の適正化を図り、低排気車導入効果

の将来予測を行い、その効果を解析・評価したもので、自動車排気削減策の大気影響評価に有益な新知見を得たものであり、環境工学および燃焼工学に寄与するところ大である。よって、著者は北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。