

博士論文の要旨

申請者氏名 松井 敏彦

1. 論文題目

道路交差点における大気汚染対策及び大気粒子の特徴に関する研究

2. 論文要旨 (和文2,000文字程度)

【研究背景】自動車の排出ガス規制や自動車 NO_x ・PM法の施行により、沿道における大気汚染は改善されてきたが、都市部の主要な道路交差点近傍では、 NO_2 及び $\text{PM}_{2.5}$ の環境基準は達成されていない。中央環境審議会は、交差点近傍において NO_2 の環境基準を超過する地点は2020年度時点でも135地点残ると予測しており、 NO_2 を対象とした局地汚染対策が求められている。同時に、 $\text{PM}_{2.5}$ については、測定体制の整備や成分分析を実施し、それらのデータを活用して発生源の把握や生成機構の解明等を進める必要があるとしている。水銀については、平成22年度ベースで、自動車の燃料から水銀が大気中に0.07 t/年排出されていると環境省は推定している。大気中水銀の実態把握が国際的に重要な課題となっているが、都市部の幹線道路での測定データは非常に少ない。

【研究目的】本研究の目的は、①高濃度の NO_2 が観測されている道路交差点を対象とした大気汚染対策技術の研究及びその効果の検証、②道路交差点において効果的な $\text{PM}_{2.5}$ 対策を講じる上で必要となる粒子の成分組成と粒子形態を含めた実態の把握、③パッシブサンプラーを用いた都市地域(幹線道路の沿道と一般地域)と森林地域における大気中のガス状水銀濃度の比較及び多点同時測定が可能なパッシブサンプラーの評価である。

【研究内容の概要】本論文は6章構成である。第1章では、研究の背景、道路交差点における局地汚染対策の現状、本研究の目的を整理し、本研究の位置づけを明確にした。

第2章では、 NO_2 の局地汚染対策の新技术としてACF(Activated Carbon Fiber:高活性炭繊維)に着目し、環境基準を大幅に超過する国道43号の市岡元町3丁目交差点(大阪市港区)への適応を目的として、ACF収納装置(ACFユニット)の開発、対策工事の実施前後の大気質調査結果からその対策効果について検討した。国道43号の出来島で実施した屋外試験結果によると、ACFユニットは NO_2 で84%、 NO で19%の除去率を示し、 NO_x 除去量は $1.4\text{g}/\text{m}^2/\text{日}$ と推測された。ACFを用いて局地汚染対策が実施された市岡元町3丁目交差点近傍の NO_2 濃度は、対策工事前に比べて最大で6ppb低減し、ACF技術の有効性が示唆された。

第3章では、道路交差点における大気中浮遊粒子の成分組成と粒子形態を含めた実態を把握するために、PM_{2.5}の環境基準達成率が極めて低い大阪市の道路交差点（今里交差点局）とその周辺（国設大阪局）で捕集した大気中浮遊粒子の化学成分と粒子形態の分析を行い、道路交差点における大気粒子の特徴を検討した。その結果から、今里交差点局及び国設大阪局の大気中浮遊粒子は、ミネラル成分を主体としたキュービック粒子及びDEPに加えて、元素状炭素粒子及びその凝縮が主体的であること、今里交差点局の粒子には、これらに自動車ブレーキ由来の粒子が加わっているという知見が得られた。

第4章では、今里交差点とその背後地の街路樹に着目し、葉表面に付着した粒子のSEM-EDXによる形態的分析と、マイクロPIXE分析装置を用いての葉の元素組成及びその元素マップから、道路交差点近傍の大気中浮遊粒子の特徴を検討した。その結果、今里交差点における街路樹の葉表面からは、元素状炭素の凝集粒子とその凝集及び集合体の他、Mg・Al・Si主体、Al・Si主体及びAl主体のキュービック粒子と凝集粒子が確認された。元素マップ分析では、Mg、Al、P、S、Cl、K、Ca、Si、Ti、Mn及びFeについては明瞭な元素のマップが得られた。第二章の結果（今里交差点局においてフィルタに捕集した粒子の形態観察）と葉表面の付着粒子の形態観察結果は、ほぼ同じであった。以上のことから、元素状炭素の凝集粒子はディーゼル車から排出されるDEPが主体と推定され、一方、ミネラル成分を主体としたキュービック粒子及び凝集粒子は、土壌由来の粒子と推定された。以上の結果は、葉表面に付着する粒子が道路交差点における大気環境を反映していることを示し、街路樹によるバイオモニタリング手法の進展の可能性を示すものとする。

第5章では、八幡平（森林地域）、土浦（都市郊外の幹線道路沿道）、川崎（工業地域の幹線道路沿道と一般地域）、大阪（都市地域の幹線道路沿道と一般地域）を対象として、GEM（ガス状元素状水銀）濃度の違いを検討した。測定はパッシブサンプラーを基本としたが、アクティブサンプラーによる測定も実施し、これらの測定値を比較・評価した。その結果、森林地域の八幡平でのGEM濃度は0.901 ng/m³であった。大阪の一般地域と土浦の測定値は八幡平とほぼ同じであるが、川崎（幹線道路の沿道、一般地域）や大阪の幹線道路の沿道は、それぞれ八幡平の1.5～1.8倍、2.1倍であった。また、パッシブサンプラーとアクティブサンプラーによる測定値にはリニアな関係があり、パッシブサンプラーの分析値に6.13(day/m³)を乗じるとGEM濃度（ng/m³）が得られるという知見が得られ、アクティブサンプラーでの測定が困難な箇所においてGEMの測定を行う場合のパッシブサンプラーの有効性が示唆された。

第6章では、第2章から5章で得られた知見を総括した。

以上