

バイオモニタリングと数値計算による沿道大気汚染の推定

Estimation of roadside air pollution with the method of biomonitoring and numerical calculation

共生環境評価領域

08E11015 北島 育美 (Ikumi KITAJIMA)

Abstract: Existing air pollution monitoring stations are too sparse to assess roadside air pollution in megacity areas. A biomonitoring technique by using leaves of roadside trees makes it possible to measure air pollution in many roadsides in low cost. In this study, tree leaves of ginkgo were sampled at arterial roads in Osaka City in three times (spring, summer and autumn), and several elements on leaves were quantified by PIXE (Particle Induced X-ray Emission) analysis. In addition, the effect of building configurations on air pollution was estimated by CFD simulation. It was found that the mass of traffic-related elements on sampled leaves correlated with the traffic density of large vehicles and the distance from the end of roadside to the sampled tree leaves. The ratios of mass of road dust-related elements on sampled leaves were almost same as those of the road dust profile data. The diffusion by building configurations affected the air pollution concentrations. These results suggested a feasibility of the biomonitoring technique combined with numerical analysis for the assessment roadside air pollution.

Keywords: biomonitoring; roadside air pollution; ginkgo leaves; numerical calculation; building arrangement

1. 背景と目的

モータリゼーションが進むことで増加した自動車の排気ガスによる大気汚染を把握するためには、自動車排気ガスにより汚染物質濃度が高濃度になりやすい沿道の濃度を把握する必要がある。日本では、一般環境大気測定局と自動車排出ガス測定局により大気汚染状況が監視されているが、測定局が存在しない沿道の汚染状況は把握することができない。多くの地点の沿道大気汚染を把握するために、低コスト性、測定の簡便性から街路樹の葉に付着した粒子を測定するバイオモニタリング手法が注目されている。街路樹の葉に付着した粒子質量は、道路交通量や周囲建物の気流変動により影響を受ける。本研究では、始めにバイオモニタリングによる沿道大気汚染推定手法を確立し、次にバイオモニタリングの妥当性の確認と、周囲建物による気流変動が粒子濃度に及ぼす影響について評価することを目的とした。

2. PIXE 分析を用いたバイオモニタリング

2. 1 葉の採取・試料作製・分析

対象樹種をイチョウ、葉の採取日を2014年5月13日(火)、7月25日(金)、10月10日(金)の3回、採取場所を大阪市沿道(御堂筋、新なにわ筋)の計13地点とし、採取を行った。イチョウの葉の採取場所をFig. 1に示す。

採取したイチョウの葉を各地点10枚ずつエタノール300mL(エタノール濃度100%)に浸し、超音波洗浄機(本多電子、W-103T)に5分かき、葉に付着した粒子を脱離させた後、エタノール水溶液を吸引ろ過(乾式アスピレーター(アズワン、DAS-01)、ろ過装置(アドバンテック、KG-47))にかけ、粒子をフィルタに捕集し、試料を作製した。試料をNMCC(仁科記念サイクロトロンセンター)でPIXE(Particle Induced X-ray Emission)分析装置にかけ、元素を測定した。試料作製後、葉をスキャンしてデジタル画像化し、画像処理によって、葉面積を測定した。PIXE分析では計28種類の元素が測定されたが、本研究では交通に由来する12種の元素(K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Pb)について解析を行った。

2. 2 バイオモニタリング結果

Fig. 2に示すように、大型自動車量 Q と5月のPIXE分析により得られた単位葉面積当たりの総元素量には相関があることがわかる。しかし、大型自動車量が概ね同じA-2~A-5、B-1~B-5地点については総元素量に違いがみられた。地点A-4の値で規格化した、車道の中心から葉の採取点までの実際の距離の二乗の逆数と総元素量の比較をFig. 3に示す。両者の値は、概ね同じであり、総元素量の違いは拡散希釈で説明できることが示唆された。発生源プロファイルデータ²⁾から道路粉塵に関する5元素(K, Cr, Mn, Fe, Zn)と11地点で得られた5元素の平均値を、Feの値により規格化した結果をFig. 4に示す。Znを除く4元素は、概ね一致し、葉の表面に付着した粒子は道路粉塵由来であることが示唆された。次に、5月、7月、10月の総元素量の推移をFig. 5に示す。5月から10月の間で総元素量は各地点で増加傾向にあり、葉の表面に付着した粒子は葉の表面に蓄積された可能性が高いことがわかる。



Fig. 1 イチョウの葉の採取場所

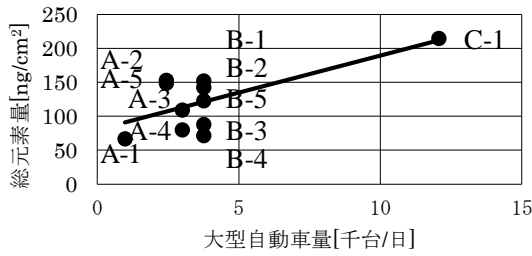


Fig. 2 大型自動車量と総元素量の相関

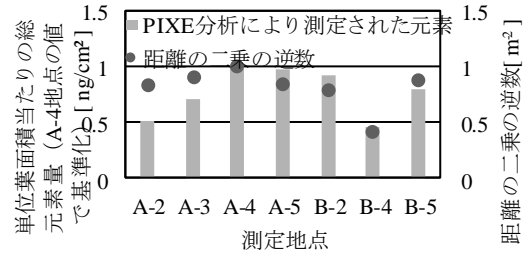


Fig. 3 車道の中心から採取点までの距離と総元素量の関係

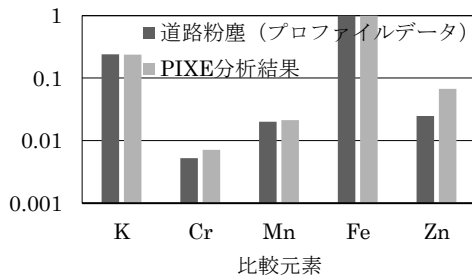


Fig. 4 プロファイルデータと PIXE 分析結果の比較

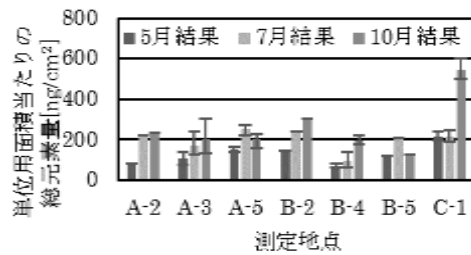


Fig. 5 各測定結果から見られる総元素量の推移

A-3、A-5、B-2、B-4、B-5 の計 6 地点の周辺の街区を再現し、自動車排ガスの拡散計算を実施した。計算は大坂管区気象台の観測データから得た 16 方位の風向別の平均風速で実施し、各結果を風向頻度で加重平均することで粒子濃度を求めた。建 A 地点は A-2 地点で、B 地点は B-2 地点で規格化を行い、数値計算結果とバイオモニタリング結果の相関をとった。Fig. 6 に示すとおり、数値計算は粒子濃度を概ね再現することができた。

4. 結論

5 月、7 月、10 月の計 3 回にわたり、大阪市沿道計 13 地点でイチョウの葉を捕集し、PIXE 分析により元素分析を行った。また、測定地点の建物を組み込んだ CFD モデルにより、粒子濃度の計算を実施した。得られた結果は以下である。

- (1) 大型自動車量と葉の表面に付着した粒子には相関がある
- (2) 葉に付着した粒子は発生源からの距離と関係がある
- (3) 発生源プロファイルデータから、葉の表面に付着した粒子は道路粉塵由来の可能性が高い
- (4) 5 月、7 月、10 月の総元素量は増加し、葉に付着した粒子は蓄積されていく可能性が高い
- (5) 建物形状は採取地点の汚染濃度に影響を与える

バイオモニタリングは試行回数が少ないため今後同様の分析、解析を行いその信頼性を高めていく必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省, 平成 22 年度道路交通センサス一般交通量調査個所別基本表
- 2) 東京都微小粒子状物質検討会ワーキンググループ, レセプターモデルに関する検討報告書 (レポート)

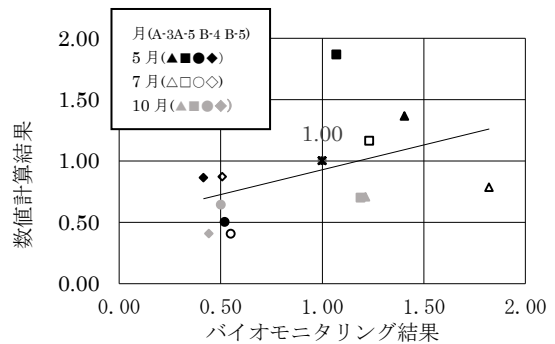


Fig. 6 数値計算結果とバイオモニタリング結果の相関