

D1 イチョウの葉を用いたバイオモニタリングによる沿道大気汚染の推定

Estimation of roadside air pollution by biomonitoring using ginkgo leaves

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域

28H13037 酒井祥 (Sho SAKAI)

Abstract: Air pollution due to particulate matter has been a serious problem. In order to improve the air pollution in urban areas, it is necessary to identify the places with the high air pollutant concentration due to vehicle emission. Compared to the automatic air pollution monitoring system, the biomonitoring techniques have advantages in economic efficiency and simplicity. The goal of this study is to establish the biomonitoring technique for assessment of the roadside air pollution. The appropriate sample preparation method was determined and component element content of particles adhering to the Ginkgo leaves along 12 points of the roadside in Osaka city was analyzed by PIXE (Particle Induced X-ray Emission) analysis. Twelve elements (Ca, Fe, K, Ti, Zn, Mn, Cu, Cr, Br, Pb, Ni, V) were measured. It was found that the mass of traffic-related elements on the surfaces of collected leaves correlated with the traffic density of large vehicles and the distance from the center of roadside to the sampling point. The ratios of mass of traffic-related elements on collected leaves were almost similar to those of the vehicle gas and road dust profile data. These results showed the biomonitoring has the possibility for estimating the roadside air pollution.

Keywords: Biomonitoring, PIXE, roadside air pollution, particulate matter

1. 背景と目的

都市域の大気汚染を把握するためには自動車排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。日本では大気汚染常時監視測定システムにより大気汚染状況が把握されており、おおむね大気環境基準が達成されている。しかし大気汚染常時監視測定局の設置には制約が少なくなく、沿道大気汚染の全体像を把握することは困難である。そこで樹木の葉に付着した粒子の元素濃度を分析し濃度評価を行うバイオモニタリングが、簡易性と多点測定が可能なることから注目されている。本研究では大阪府の代表的な街路樹であるイチョウをバイオモニターとしたバイオモニタリングを用いた大気汚染推定手法の確立、および沿道大気汚染推定におけるバイオモニタリングの有用性の確認を目的とする。

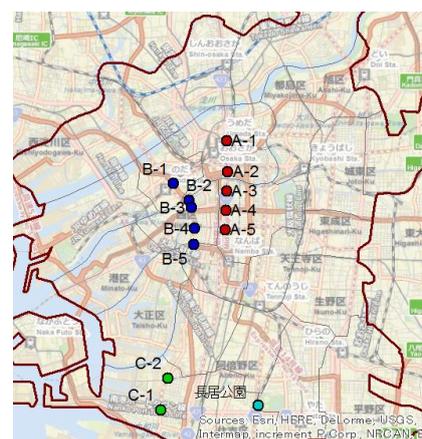


図1 採取地点地図

2. バイオモニタリング手法の確立

図1のA-2地点から採取したイチョウの葉を用いて図2に示した手順に従って葉に付着した粒子の成分元素量を測定した。エタノール水溶液濃度4通り(100, 50, 20, 10%), 超音波洗浄時間2通り(5, 10分)の8通りの方法で試料を作製しPIXE分析を行った。PIXE (Particle Induced X-ray Emission) 分析の結果12元素(Ca, Fe, K, Ti, Zn, Mn, Cu, Cr, Br, Pb, Ni, V)が測定された。各元素の葉の単位面積あたりの付着元素量の総和を総元素量とし表1に各試料作製方法による総元素量を示す。5通りの条件([エタノール濃度, 洗浄時間]=[100, 5], [100, 10], [50, 10], [20, 10], [10, 10])において総元素量に優位な差は見られなかった。予備実験の結果から適当な試料作製条件をエタノール濃度100%, 超音波洗浄時間5分と決定した。

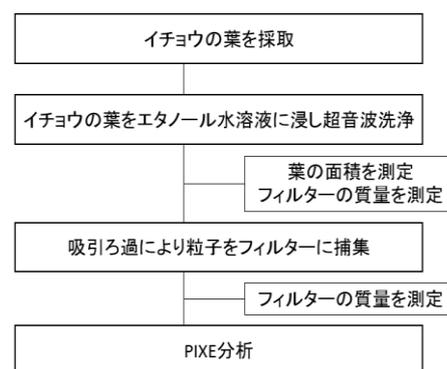


図2 測定手順

表1 試料作製条件ごとの総元素量

エタノール濃度[%]	100		50		20		10	
洗浄時間[min]	5	10	5	10	5	10	5	10
総元素量[ng/cm ²]	76.9	72.9	43.8	77.6	50	70.5	66.9	82.4

3. 大阪市における沿道大気汚染の推定

図1に示す大阪市沿道12地点(A-1~A-5, B-1~B-5, C-1, C-2)と長居公園, 大阪大学構内のイチョウの葉に付着した粒子の成分元素量をPIXE分析によって測定した. イチョウの葉の採取は2014年5月13日, 7月25日, 10月10日の3回行った. 図2の測定手順に従い, イチョウの葉に付着した粒子をPTFEフィルター(堀場製作所, TFH-47)に捕集し, NMCC(仁科記念サイクロトロンセンター)のPIXE測定システムにより元素測定を行った. 試料はイチョウの葉10枚をエタノール300mLに浸し, 5分間の超音波洗浄により葉に付着した粒子を脱離させた後, エタノールを吸引ろ過して粒子をフィルターに捕集することにより作製した. 吸引ろ過には吸引装置(アズワン, DAS-01)とろ過装置(アドバンテック, KG-47)を, 超音波洗浄には超音波洗浄器(調教硝子器械, W-103T)を使用した.

4. 実験結果および考察

各元素の葉の単位面積あたりの付着量の総和を総元素量とし, 図3に総元素量と大型車交通量の関係を, 図4にA-4地点で基準化した総元素量比と道路中心から採取地点までの距離の関係を示す. 図4において $R^2=0.77$ となり総元素量と大型車交通量の間に強い相関が見られた. 図4において総元素量と道路から採取地点までの距離2乗の逆数の傾向が一致した. これらの結果から葉に付着する元素は大型車交通量と道路から採取地点までの距離の影響を受けることが示された.

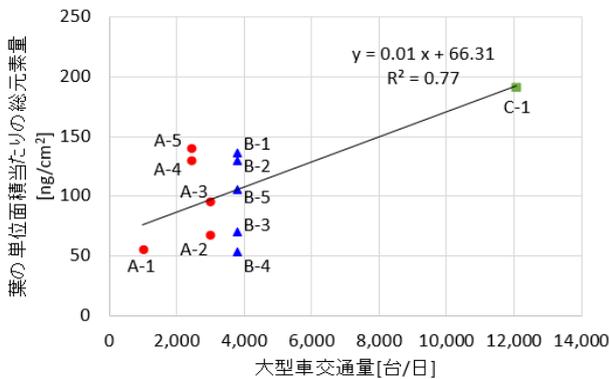


図3 総元素量と大型車交通量の関係

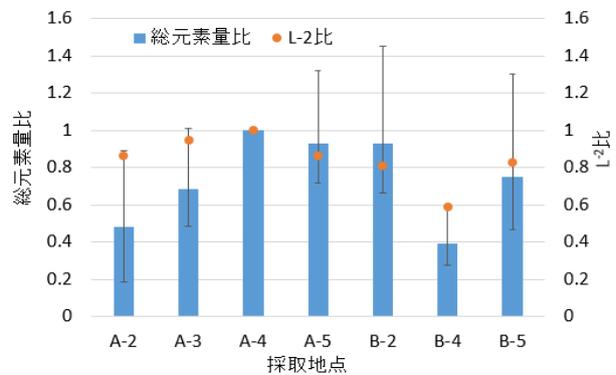


図4 総元素量と採取地点までの距離の関係

測定された元素構成比と発生源プロファイルデータを比較することで付着元素に強い影響を与える発生源を特定した. 図5に各元素の葉の単位面積あたりの元素量と発生源プロファイルデータをFeで基準化した結果を示す. 葉に付着する元素量の比は自動車排ガス, 道路粉塵のプロファイルデータとおおむね一致したことから, 葉に付着する元素に自動車排ガスと道路粉塵が強い影響を与えることが考えられる.

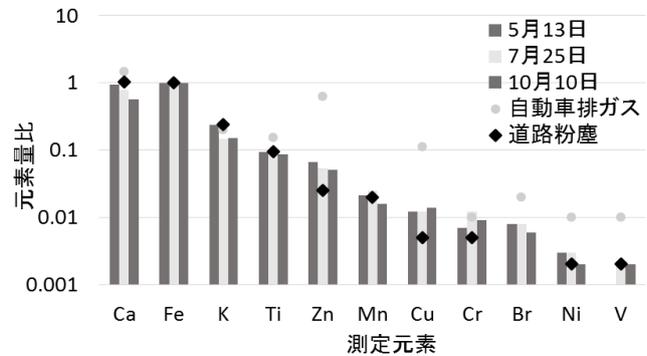


図5 元素量比とプロファイルデータの比較

5. 結論

本研究ではイチョウの葉に付着した粒子をフィルターに捕集するための適切な試料作製条件を決定し, 大阪市沿道から採取したイチョウの葉をPIXE分析した. 得られた結果を以下に示す.

- ・イチョウの葉を用いたバイオモニタリング手法の適切な試料作製方法(エタノール100%, 超音波洗浄5分)を決定した.
- ・葉に付着する元素は大型交通車量と道路から採取地点までの距離に影響を受けることを見出した.
- ・プロファイルデータとの比較により, 葉に付着する元素が自動車排ガスと道路粉塵から強い影響を受けることを見出した.
- ・道路沿道において自動車起源の汚染の特徴を捉え, 沿道大気汚染の把握に対するバイオモニタリングを用いた手法の可能性を示した.

参考文献

- 1) Ayda Dogrul Demiray, Irfan Yolcubal, et al.: Biomonitoring of airborne metals using the Lichen *Xanthoria parietina* in Kocaeli Province, Turkey, *Ecological Indicators*, Vol.18, pp.634-643, 2012