

寒冷地冬期スパイクタイヤ車道粉塵（降下ばいじん）の 荷電粒子励起X線法（PIXE）による測定例

星 加 安 之*・湯 川 雅 枝**・藤 井 孝***

* 信州大学医学部衛生学教室

** 科学技術庁放射線医学総合研究所環境衛生研究部

*** 現信州大学医学部専門課程3年

Particle induced X-ray emission spectrometry (PIXE) of studded tire-generated dust

Yasuyuki HOSHIKA, Masae Yukawa, Takashi FUJII

* Department of Hygiene, Shinshu University School of Medicine

** Division of Environmental Health, National Institute of Radiological Sciences.

Key words : Studded Tire-generated dust, PIXE.

スパイクタイヤ粉塵、荷電粒子励起X線法

1. はじめに

当地区信州における最近の重大な環境汚染の一つとしては、すでに大きな社会問題となった冬期スパイクタイヤ車道粉塵がある。我々は、すでに本誌前報¹⁾において、昭和62年度（1987）のデータを中心に環境および健康影響に関する研究とX線マイクロアナライザー測定（EPMA）を報告した。以下に概要を繰り返すとつぎのとおりである。①降下ばいじんは、松本市内60か所、隣接1村において調査したが、昭和62年度冬期における同一期でも約30倍の差が認められた。②道路堆積粉塵中 Zn、Mn は、場所や経日変化がある。Al、S、Cl は少ない傾向である。③関連病院内浮遊粉塵量は冬期に高い傾向であるがビル管理法ビル内粉塵基準値 0.15mg/m³以下である。④昭和62年12月期降下ばいじん最高値は74.1t/km²/30日、最低値は、2.7t/km²/30日で、両サンプルの水抽出液陰イオンは、前者で、NO₂⁻、Br⁻、F⁻、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻が検出され NO₃⁻/SO₄²⁻の比が小さく、後者でこの比が大であった。⑤関連病院外来患者の電算集計件数データからは、冬期から春先に高い傾向は認められていない。⑥外来患者病名使用件数リスト（月別）で、病名が確定し、患者数が10人/月以上、月間総病名使用件数の0.1%以上に相当する疾患のうち、6～7月に件数が急激に減少する疾患としては感冒、急性上気道炎、急性気管支炎などのいわゆる風邪症候群であった。

また、昭和62年度冬期松本市内降下ばいじん2検体のEPMA測定の結果（最高値74.1t/km²/30日と52.3t/km²/30日）、降下ばいじんの中にも5μm付近の粒子もかなりみられること、土壌・鉱物由来のSi、AlばかりでなくCa、Sの多い特徴的形態の粒子を見出した。

現在スパイクタイヤは、国内タイヤメーカー7社の1991年3月製造販売の全面中止という調停をうけており、環境庁主管による「スパイクタイヤ粉塵の発生防止に関する法律」が平成2年6月公布施行されていることはよく知られている。これにより、国民は、「何人もスパイクタイヤ粉塵を発生させないように努めなければならない」とされ、平成3年4月指定地域内でのスパイクタイヤの使用禁止、平成4年4月罰則適用となった²⁾。

しかしながら今冬期のスパイクタイヤ装着率が30%程度あることやじん肺症は、じん肺の原因因子に暴露中断後、数年においても突然発症する例や長い潜伏期間の存在する症例など重要であり、今後とも粉塵問題は当地区においてはとくに注意して追跡調査する必要があるものと考えられる。

本報告は、平成2年（1990）冬期の松本市内幹線道路直近（歩道と一部駐車場混用書店軒先）と一級河川をへだてた静かな住宅地ベランダの2地点において、24時間づつ3日間の試料を採取し、平成2年11月にPIXE測定する機会があり、当地区粉塵について理解を深めることができたのでその一部を報告する。

2. 実験

2.1 試料採取

試料採取地点周辺を Fig.1 に示した。



Fig.1 Sampling location St.1; Kokutai road position St.C; a Residential site

地点1は、通称国体道路直近（歩道と一部駐車場混用書店軒先）であり、地点Cは一級河川をへだてた

静かな住宅地ベランダである。地点1の周辺を写真1、地点Cの周辺を写真2に示した。



Photo.1 St.1 Sampling Position

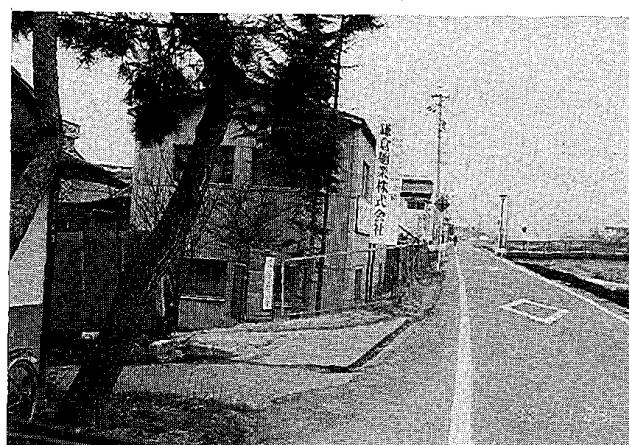


Photo.2 St.C Sampling Position

試料採取は、直径8.4cm、断面積55.42cm²栄研器材滅菌Sとニチバン透明両面テープTW-18SD(18mm×4m)を設置し、24時間降下のばいじんを採取した。測定日は、平成2年2月14日(水)、2月17日(土)、2月18日(日)の3日間で、天候は、14日が曇～夜、雨、17、18日の両日は晴～曇であった。

2. 2 粉塵秤量

使用した化学天秤は、島津製 Direct Reading Balance NL-DTTPA で、長さ5cmの両面テープ上の粉塵とシャーレに降下した粉塵を秤量した。

2. 3 PIXE測定

両面テープ上の粉塵を科学技術庁放射線医学総合研究所(千葉市穴川4-9-1)に設置された粒子加速器(3MVバンデ・グラフ)からの陽子線で照射して発生した特性X線をSi(Li)検出器で分析した。条件は、湯川雅枝、住谷みさ子:日衛誌、45(1)、(495)(1990)に準じた。

本法は非破壊による多元素同時分析法として重要であり、本誌にも信州大学農学部壇原 宏先生らのグループにより報告されている³⁾。粒子状大気汚染物質、ライフサイエンスへの応用としては、すぐれた総説⁴⁾があり、また、前報で述べたように当地区の昭和60、61年当時の道路粉塵調査にもすでに応用されている(名古屋大学工学部原子核工学科雨宮 進先生)

3. 結果および考察

3. 1 降下ばいじんの写真

St.1およびSt.Cのサンプリング地点において、平成2年2月14日17日、18日に採取された粉塵のようすを写真3にまとめた。

St.1 Sampling Position St.C Sampling Position

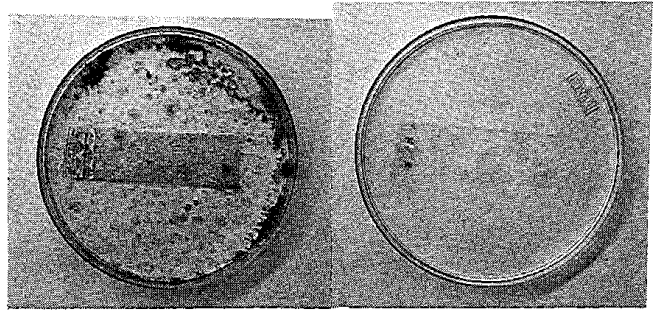
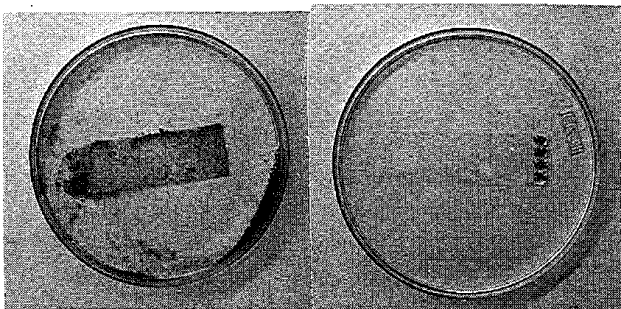


Photo.3 Studded tire-generated dust from St.1 and C sampling positions.(1990)

3. 2 降下ばいじん量

St.1およびSt.Cのサンプリング地点における、平成2年2月14日、17日、18日の長さ5cm両面テープ上の粉塵量とシャーレ上に降下した粉塵量、およびこれをg/m²/日、t/km²/30日に換算した値をTable 1に示した。

Table 1 Quantitative data of studded tire-generated dust in sampling position St.1 and St.C

Sampling position	Weight of dust on the double sided tape	Weight of the double sided tape	Weight of dust	
<u>St. C</u>				
Date				
14th, Feb., 1990	0.0879 g	0.0877 g	0.0002 g	
17th, Feb., 1990	0.0887	0.0877	0.0010	
18th, Feb., 1990	0.0886	0.0877	0.0009	
<u>St. 1</u>				
Date	Weight of dust plus Petri basin	Weight of Petri basin	Weight of dust	Conc. of dust
	g	g	g	g/m ² /d. t/km ² /30d.
14th, Feb., 1990	9.4097 g	9.2129 g	0.1091 g	19.7 590
17th, Feb., 1990	9.4247	9.2285	0.1085	19.6 587
18th, Feb., 1990	9.4166	9.2278	0.1011	18.2 547

* 5cm x18mm
** 8.4cm φ, 55.42cm²

Photo.3およびTable 1から明らかなように、St.1とSt.Cの差は極めて明瞭である。St.Cでは天秤秤量限界に近く、St.1は、St.Cの約150倍の降下ばいじん量であった。また、St.1の降下ばいじん量をt/km²/30日の単位で比較すると550~590t/km²/30日となり、この

値は前報で報告した昭和62年度冬期の最高値74.1t/k²m²/30日と比較しても約8倍の値である。スパイクタイヤ車道粉塵が、降下ばいじん濃度として20~30t/k²m²/30日になると種々な影響があらわれることが目安として知られていることからこの値は極めて注目すべきものと考えられる。Photo.1に示したように、ほぼ同時期のSt.1周辺の様子からは、横断歩道などの道路表示塗装の消失が著しい。一方道路端の清掃は、よく行われていることがうかがえた。しかしながら、St.1の地点は、日常生活の中で一般的に認められる場であり、周辺住民の健康についても注意する必要がある。同地点において、北行下り片側車線で計測した二輪車を除いた交通量は、24時間換算で7000~8000台、うちスパイクタイヤ装着車は42~47%であった。

3. 3 PIXE データ

Fig.2には、St.1の平成2年2月14日、17日、18日の

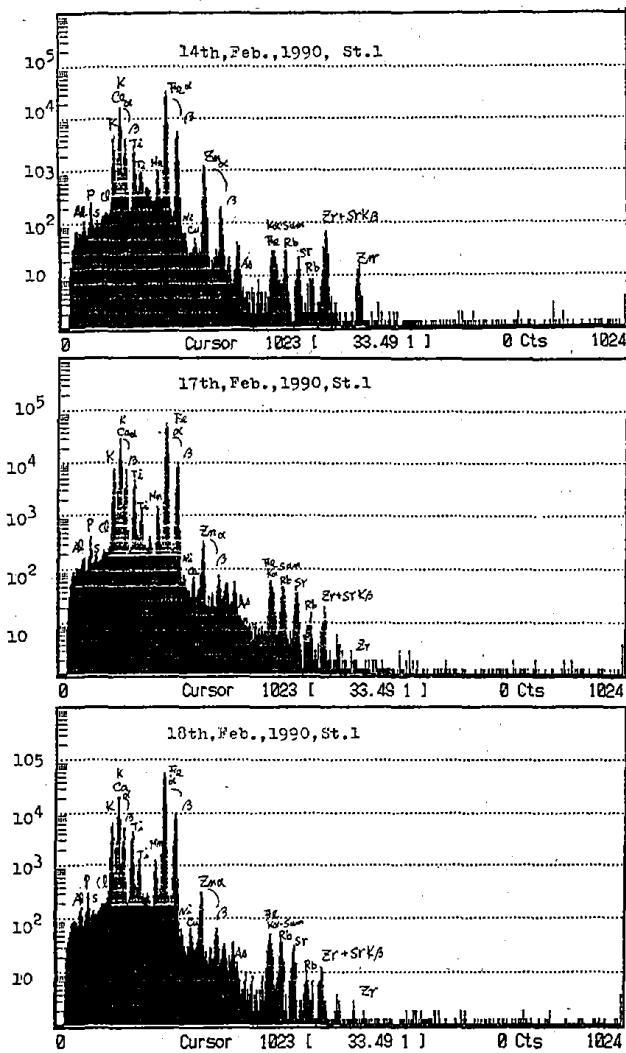


Fig.2 X-ray spectrogram (PIXE) of dust fall sample on the double sided tape

長さ5 cmの両面セロテープ上の粉塵のPIXEデータを示した。

なお、今回の測定器の設定条件では硅素の検出が困難である。すなわち本測定器は、生物試料を中心としているため、生物試料中にかなり多量にカリウムが存在することから、このカリウムに由来する制動放射線がX線スペクトルのバックグラウンドを上げることを防ぐため検出器のヘッドにアルミフォイルのキャップをかぶせ制動放射線の検出器の侵入をのぞいていることである。このため、低エネルギー側のX線がかなりカットされている。今後、硅素を含めた測定のためには、カリウム、カルシウム以上のクロム、ニッケル、鉄がかなり測りにくくなるが、アルミフォイルキャップを外して行うことが望まれる。

Fig.2から明らかなように、主要ピークカリウム、カルシウム、鉄などは3検体ともほぼ同程度であったが、Znは、14日のものが最大で、17日、18とも14日のものより小さかった。それに比べて、銅は、14日のものより、17日、18日の方が大きかった。

このように、PIXEは、非破壊の多元素同時分析が可能で常量元素、微量元素にわたって、短時間サンプリングにおいて極めて有用な情報を提供することが明らかであり、今後さらに系統的な研究に活用されることが期待される。

微量元素としてTi、Mn、Ni、As、Rb、Zrなどが検出されている。Alは硅素と同じ理由で、ピークが小さいものと考えられる。

以上のように、スパイクタイヤ車道粉塵について平成2年2月の14日、17日、18日の各24時間で2地点において調査測定を行った結果、一日の値は、極めて高濃度であり、t/k²m²/30日に換算した値は、車道直近の地点1で550~590t/k²m²/30日に達していることがわかった。一方、住宅地においては、150分の1の極めて低い値であった。PIXEによる測定は、常量から微量元素にまで広範囲に非破壊で、多元素同時分析に極めて有用であった。

本研究経費の一部は、科学技術庁放射線医学総合研究所平成2年度外来研究員(環境衛生研究部)研究費(課題:人体組織における放射性核種の安定同位体の分布と挙動に関する研究)によった。記して謝意を表す。

また、本研究は平成元年(1989年)度信州大学医学部専門課程学II学生フィールドワーク調査のテーマにとりあげられたものである。

本報告を「寒冷地冬期スパイクタイヤ車道粉塵の環境と健康影響に関する研究」第四報とする。経過は以下のとおりである。

第一報は、星加安之：寒冷地冬期スパイクタイヤ車道粉塵の環境および健康影響に関する研究について。

環境科学年報—信州大学—12, 131-141 (1990)

第二報は、星加安之、劉 国林、尾張真則、二瓶好

正：寒冷地冬期スパイクタイヤ車道粉塵（降下ばいじん）のX線マイクロアナライザー測定（EPMA）について。同誌, 12, 142-145 (1990)

第三報は、星加安之、劉 国林、尾張真則、二瓶好正：長野県松本市における冬期スパイクタイヤ車道粉塵（降下ばいじん）のX線マイクロアナライザー測定（EPMA）。日本化学会誌、印刷中

引用文献

- 1) 星加安之：寒冷地冬期スパイクタイヤ車道粉塵の環境および健康影響に関する研究について、環境科学年報—信州大学—, 12, 131-141 (1990), 星加安之, 劉 国林, 尾張真則, 二瓶好正：寒冷地冬期スパイクタイヤ車道粉塵（降下ばいじん）のX線マイクロアナライザー測定（EPMA）について。同誌, 12, 142-145 (1990)
- 2) 平成2年版環境白書 長野県, P66-73, スパイクタイヤ粉塵等防止対策
- 3) 壇原 宏、三橋俊彦、石川昌史、建石繁明、馬場多久男：非破壊分析法による動物臓器中の微量元素の定量—NAAとPIXEの比較。環境科学年報—信州大学, 11, 105-117 (1989)。
- 4) 溝畑 朗, 松田八束, 坂本和彦, 角脇 怜：粒子状大気汚染物質の化学組成。大気汚染学会誌, 21, 83-103 (1986)。
Johansson, T. B., ; Akselsson, R. ; Johansson, S, A. E. X-ray analysis : Elemental trace analysis of the 10^{-12} g level. Nucl. Instr. Meth., : Analytical application of particle induced X-ray emission, *ibid.*, 137, 473-516 (1976) ; Cahill, T. A., : Proton microprobes and particle-induced X-ray analytical systems. Ann. Rev. Nucl. Part. Si., 30, 211-252 (1980) など