

## 《調査報告》

# 某閉鎖型喫煙所内および その周辺における受動喫煙の状況

木村佑来<sup>1</sup>、三好希帆<sup>1</sup>、伊藤祐里<sup>2</sup>、向井沙弥香<sup>2</sup>、中村亜紀<sup>3</sup>、宮脇尚志<sup>1,2</sup>1. 京都女子大学大学院家政学研究科、2. 京都女子大学家政学部食物栄養学科  
3. 京都女子大学発達教育学部教育学科養護・福祉教育学専攻

**【目的】** 閉鎖型喫煙所において空気中の微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) 濃度の測定を行い、喫煙者および付近の通行人に曝露される受動喫煙の程度を評価すること。

**【方法】** 某駅にある閉鎖型喫煙所において、喫煙所内、喫煙所の出入り口から1 m、3 m、5 m地点および喫煙所内の地面から異なる高さ (74 cm、120 cm、160 cm) におけるPM<sub>2.5</sub>の測定を行った。

**【結果】** PM<sub>2.5</sub>濃度は喫煙所内において常に環境省の定める大気環境基準の注意喚起の値を上回っており、5 m離れた地点においても環境省の1日平均値の上限を上回った。地面から74 cmの高さでは、120 cmおよび160 cmの高さで測定を行った際より有意に高値であった。

**【考察】** PM<sub>2.5</sub>濃度は喫煙所内のみならず5 m離れた地点においても高値であり、ドアの開閉によりタバコ煙の拡散が考えられた。また、地面からの高さが低いほどPM<sub>2.5</sub>濃度は高値となる可能性が示唆された。

**【結語】** 閉鎖型喫煙所であっても受動喫煙は防止できない。

**キーワード:** 受動喫煙、タバコ煙濃度、微小粒子状物質、閉鎖型喫煙所

## 緒言

タバコ煙は、喫煙者が吸煙する主流煙、主流煙の一部が生体に吸収された後に吐出される呼出煙、自然燃焼時にタバコの先端から発生する副流煙の3種類に分類される<sup>1)</sup>。タバコ煙は、粒子相とガス相あわせて5,300種類以上の化学物質が含まれ、そのうち70種類以上は発癌物質として世界保健機関 (WHO) の国際がん研究機関 (IARC) によって同定されている<sup>1)</sup>。また、依存性の高いニコチンや発がん性物質であるニトロソアミン類など約200種類の有害物質を含んでいる<sup>1)</sup>。粒子相にはタールやニコチン、PAHs、ダイオキシン類なども含まれており<sup>1)</sup>、これらの粒子の直径はすべて1 μm以下であるため、微小粒子状物質 (Particulate Matter<sub>2.5</sub>; 以下PM<sub>2.5</sub>)

に分類されている<sup>2)</sup>。PM<sub>2.5</sub>は非常に小さいため肉眼では確認できず、血管や呼吸器系にまで入り込み循環器系や呼吸器系疾患の原因となるため、大気汚染物質として基準値が設けられており、環境省のPM<sub>2.5</sub>の基準値は、1年平均15 μg/m<sup>3</sup>以下、1日平均35 μg/m<sup>3</sup>以下である。また、70 μg/m<sup>3</sup>以上では、健康影響が出現する可能性が高くなると予測される濃度水準として不要不急の外出や屋外での長時間の運動をできるだけ減らすよう注意喚起している<sup>3)</sup>。また、PM<sub>2.5</sub>が年間で10 μg/m<sup>3</sup>増加するごとに、全死亡率が6%、心肺疾患死亡率が9%、肺がん死亡率が14%増加することが報告されている<sup>4)</sup>。

日本の喫煙率は減少傾向であるが、年間15,000人が受動喫煙により死亡しており、能動喫煙による死者数、約13万人とあわせると年間で十数万人が喫煙により死亡していると推定されている<sup>5)</sup>。

2020年4月には、改正健康増進法が完全施行され、学校、児童福祉施設、病院、診療所、行政機関の庁舎等の第一種施設では敷地内禁煙、上記以外の事務所、工場、ホテル、旅館、飲食店、鉄道等の第二種施設では原則屋内禁煙が義務づけられた<sup>6)</sup>が、屋外や家庭などでは「周囲の状況に配慮し、できるだ

## 連絡先

〒605-8501  
京都市東山区今熊野北日吉町 35  
京都女子大学大学院家政学研究科食物栄養学専攻  
木村佑来  
TEL: 075-531-7157  
e-mail: kimuray0517@gmail.com  
受付日 2023年6月20日 採用日 2023年9月25日

け周囲の人のいない場所で喫煙を行うこと、および子供や患者等配慮が必要な人が近くにいる場所等では喫煙を控える」とするにとどまっている。駅周辺は子どもも多く利用する公共の場所であるため、受動喫煙防止に向けた取り組みが求められるが、屋外であることから過料等の罰則規定は設けられていない。このような法律の制度に伴い屋外では受動喫煙を防止する施策として閉鎖型喫煙コーナーが設置されることが多い。しかし、ある喫煙者が閉鎖型内部で他の喫煙者のタバコ煙による受動喫煙に曝露されている影響を検討した報告は我々の調べた範囲では確認できず、ドアの開閉時に漏れ出るタバコ煙についての影響を検討した報告は極めて少ない。また、PM<sub>2.5</sub>など粒子成分を測定する場合、一般的には厚生労働省による「職場の空気環境の測定方法等」を参考に、作業環境測定基準に基づき地面から120 cmの高さで測定されることが多い<sup>7)</sup>。120 cmは作業環境にお

る労働者の座位の高さであるが、一般的に屋外喫煙所での喫煙者は立位で喫煙することが多く、タバコ煙に対する感受性が高い子どもなどはより低い位置でPM<sub>2.5</sub>など粒子成分を吸引していることが考えられる。

そこで本研究では、某駅に設置された閉鎖型喫煙所において喫煙所付近のPM<sub>2.5</sub>濃度を測定し、近辺に漏れ出るタバコ煙の程度を検討すると共に喫煙所内において同一地点の異なる高さでのPM<sub>2.5</sub>濃度の測定を行い、喫煙所内の喫煙者および喫煙所付近の通行人が曝露される可能性のある受動喫煙の程度を検討することを目的とした。

## 方法

### 1) 測定条件・測定場所

近畿地方におけるJR某駅の閉鎖型喫煙所内および喫煙所付近の数カ所の位置でPM<sub>2.5</sub>濃度の測定を行った。喫煙所は、一般的に屋根のみ、囲いのみなどの開放系と壁と屋根で囲われた閉鎖系に大別される。本調査で使用した喫煙所は、壁と屋根で完全に仕切られた造りとなっている閉鎖型であり、縦2.32 m×横5.82 m×高さ2.55 mであった(図1)。内部には奥にエアコンが1台と灰皿の両側に2つの空気清浄機が設置されている(図2)。測定は2021年7月5日に行い、当日の天候は曇り、南西の風、気温は26.5℃であった。

### 2) 測定方法

個人用粉塵曝露モニタ(TSI社、SidePak™AM520)を用い、PM<sub>2.5</sub>濃度を5秒ごとにリアルタイムにて次の測定を行った。



図1 測定場所：閉鎖型喫煙所

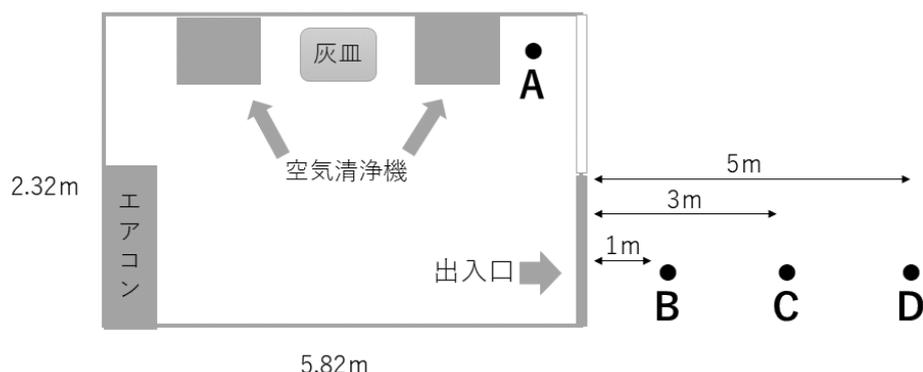


図2 閉鎖型喫煙所の見取り図および測定地点

A：喫煙所内、B：喫煙所の出入り口から1 m、C：喫煙所の出入り口から3 m、D：喫煙所の出入り口から5 m。

【測定1】喫煙所内(A)および喫煙所の出入り口から1 m (B)、3 m (C)、5 m (D) の4か所で測定を行った。A地点においては午前6時36分から7時5分まで測定を行った。B～D地点においては午前5時50分から7時50分まで測定を行った。同時に喫煙所に入退出する人数を計測した。測定する高さは、厚生労働省による「職場の空気環境の測定方法等」<sup>7)</sup>を参考に、三脚を用いて装置の吸入口が地面から120 cmの高さになるように調整した。

【測定2】A地点において異なる高さで午前6時20分から6時30分と午前8時から8時20分まで測定を行った。測定する高さは、三脚を用いて装置の吸入口が地面から74 cm (ベビーカーに乗った乳幼児の顔の高さ)、120 cm<sup>7)</sup>、160 cm (日本人の成人の平均身長)の高さになるように調整した。

PM<sub>2.5</sub>濃度の基準値は、環境省が定めている大気環境基準を参考とした。

### 3) 統計処理

解析には、SPSS Statistic28 (IBM社) を使用し、 $p < 0.05$  を統計学的有意とした。データは中央値(四分位)で表示した。対応のない3群以上の比較にはKruskal-Wallis検定を行った。多重比較にはBonferroni法を用いて調整した。

### 4) 倫理的配慮

閉鎖型喫煙所でPM<sub>2.5</sub>濃度の測定を行うに際し、近畿地方某駅に設置された喫煙所の管理者の承諾を得た。また、本研究は京都女子大学臨床研究倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号:2021-16)。

## 結果

### 1) 喫煙所内および付近のPM<sub>2.5</sub>濃度

図3に閉鎖型喫煙所のA地点におけるPM<sub>2.5</sub>濃度および喫煙者数の推移、図4にB、C、D地点におけるPM<sub>2.5</sub>値をリアルタイム濃度で示す。喫煙開始前の各測定場所におけるPM<sub>2.5</sub>濃度は約20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。測定時間中の最大値および中央値(Q1、Q3)は、A地点では4,490  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1,380 (921、2040)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、B地点では969  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、24 (19、60)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、C地点では188  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、19 (17、22)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、D地点では131  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、20 (18、23)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。A地点のPM<sub>2.5</sub>の最大値は4,490  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、環境省の注意喚起基準の約64倍以上に達した。また、すべての場所において環境省の1日平均値35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える時刻が認められた。

図5に測定時間中の喫煙所内の各喫煙者数におけるPM<sub>2.5</sub>濃度の中央値を示す。同時利用者の最大人数は10名であった。人数の増加と共にPM<sub>2.5</sub>濃度が上昇傾向にあり、特に喫煙所内の同時利用者が6～8人の中央値(2,630  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )および9人以上の中央値(3,015  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )は、3～5人の中央値(1,210  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )に比べて有意に高値を示した( $p < 0.001$ )。

### 2) 地面から異なる高さにおけるPM<sub>2.5</sub>濃度

図6に、閉鎖型喫煙所のA地点における異なる高さでのPM<sub>2.5</sub>濃度、図7に異なる高さでのPM<sub>2.5</sub>濃度の比較を示す。測定時間中の最大値および中央値(Q1、Q3)は、74 cmでは6,670  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、2,095 (386、4,207)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、120 cmでは7,300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1,955 (385、3,900)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、160 cmでは7,380  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1,800 (370、

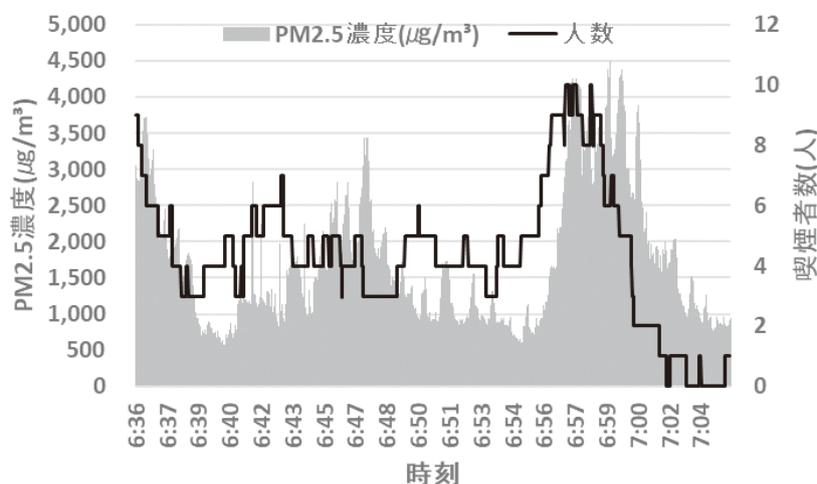


図3 A地点におけるPM<sub>2.5</sub>濃度と喫煙者数

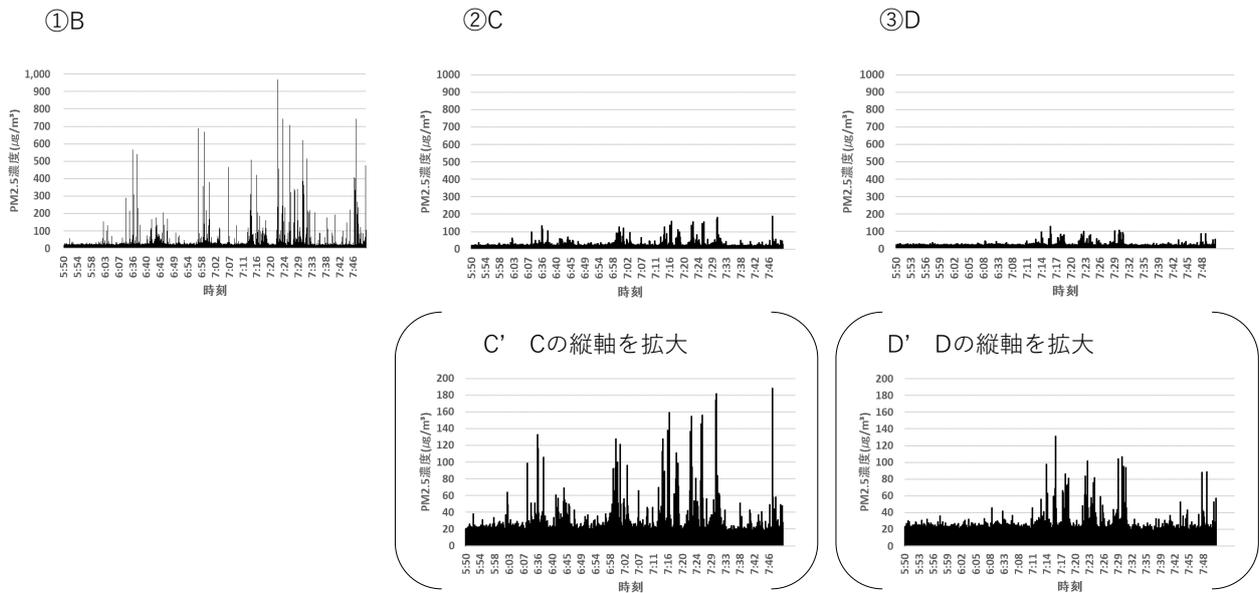


図4 B～D地点におけるPM<sub>2.5</sub>濃度  
PM<sub>2.5</sub>濃度の変化を分かりやすくするためにC'、D'として縦軸のスケールを拡大した。

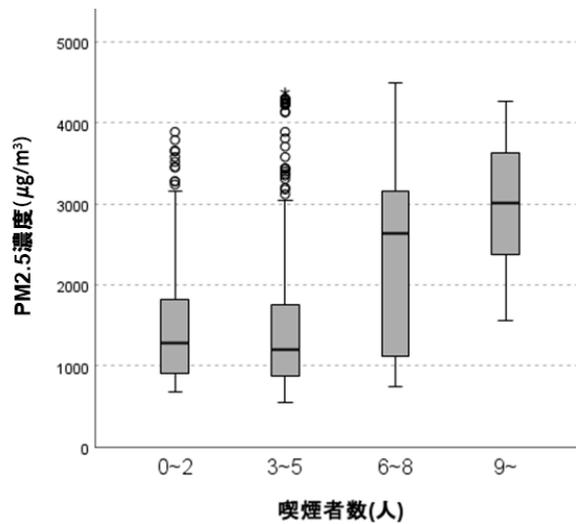


図5 喫煙所内の各喫煙者数階層別のPM<sub>2.5</sub>濃度

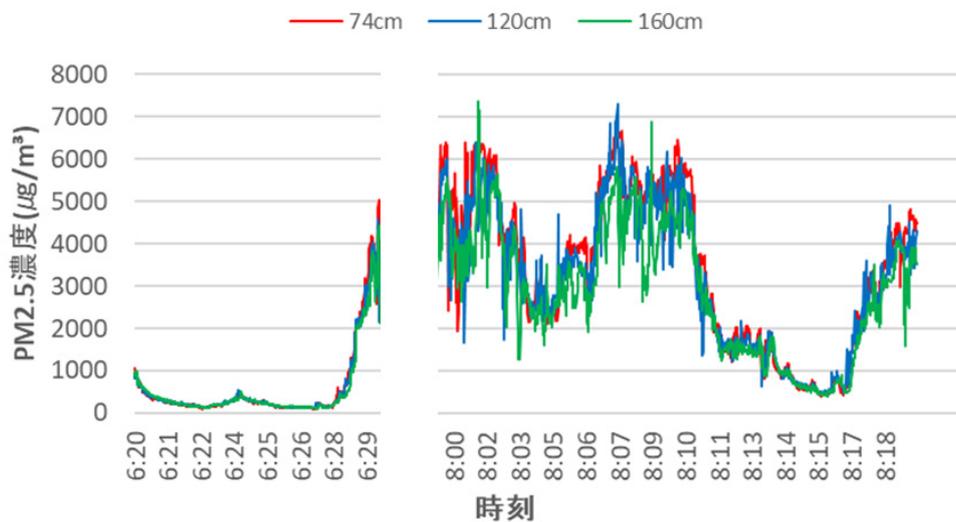


図6 A地点における異なる高さでのPM<sub>2.5</sub>濃度

3,490)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。地面から74 cmの高さの中央値(2,095  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )および120 cmの高さの中央値(1,955  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )は、160 cmの高さの中央値(1,800  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )に比べ有意に高値であった( $p < 0.001$ )。また、いずれの高さにおいても中央値は環境省の注意喚起基準を大きく上回る値が認められた。

## 考察

本研究の結果、閉鎖型喫煙所内におけるPM<sub>2.5</sub>濃度は、常に環境省の定める注意喚起基準70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回っており、喫煙所の出入り口から5 mの地点においても環境省の1日平均値35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回る時刻が認められた。また、閉鎖型喫煙所内の喫煙者およびその付近の通行人は基準を超える受動喫煙の被害を受けている可能性があり、地面からの高さが低い方がタバコ煙から発生するPM<sub>2.5</sub>濃度は有意に高値であった。

これまでの受動喫煙に関する研究では、車両の中で喫煙した場合、すべての窓を開放しても高濃度のタバコ煙に曝露される状況となり、同乗者の受動喫煙を防ぐことはできないことが報告されている<sup>8)</sup>。また、大学構内の屋外喫煙所付近において測定したPM<sub>2.5</sub>濃度は、喫煙所から5 m離れた場所でも環境基準を上回っていることが明らかにされている<sup>9)</sup>。我々の以前の研究においても某駐車場における屋外のオープンスペースの喫煙所付近のPM<sub>2.5</sub>濃度を測定した報告では、喫煙所から18 m離れた地点まで受動喫煙の影響が及んでおり<sup>10)</sup>、また某寺社敷地内の屋外ベランダ喫煙所で発生するタバコ煙においても35 m遠方にまで及んでいるため<sup>11)</sup>、屋外であっても広範囲に渡ってタバコ煙は影響しており、受動喫煙を防止することができないことを明らかにしている。事業所に設置された閉鎖型喫煙所における研究では、喫煙所内のPM<sub>2.5</sub>濃度の最大値は2,210  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と<sup>12)</sup>、本研究対象の閉鎖型喫煙所内のPM<sub>2.5</sub>濃度と同様に、環境省の注意喚起基準を上回る値が測定された。加えて本研究では、5 m離れた地点においても環境基準の1日平均値を上回る値が確認された。喫煙室が設置されていたとしてもドアの開閉に伴うフィゴ作用や喫煙室から退出する際に身体の後ろにできる空気の渦に巻き込まれること、喫煙者の肺に充満したタバコ煙が禁煙区域で吐出されることにより受動喫煙を防止できないことが報告されていることから<sup>13)</sup>、閉鎖型喫煙所であっても自動ドアの開閉などによって

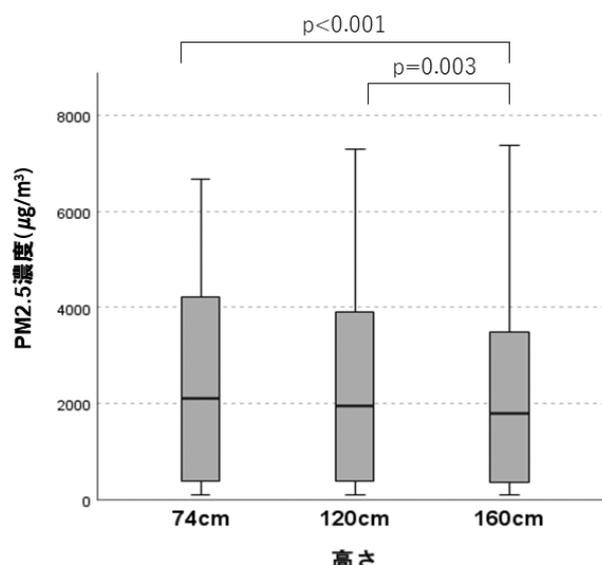


図7 異なる高さでのPM<sub>2.5</sub>濃度の比較

74 cm：ベビーカーの高さ、120 cm：環境測定基準、160 cm：成人の平均身長。

タバコ煙が喫煙所外に拡散しており、閉鎖型喫煙所内において喫煙する場合も喫煙所外の周囲の状況に配慮することは極めて難しい。また、地面からの高さが低いほど粒子成分であるPM<sub>2.5</sub>濃度は高値となり、タバコ煙を吸入する部分が地面から低い場所にある小児やベビーカーに乗った乳幼児などが喫煙所付近を通行する場合、より高濃度のPM<sub>2.5</sub>にさらされる可能性がある。

受動喫煙による成人の疾患としては、肺がん、虚血性心疾患、脳卒中が知られており、急性影響では臭気・不快感、鼻の刺激感がある。また、小児の受動喫煙による影響として、喘息の既往および乳幼児突然死症候群(SIDS)があげられ、他にも肺機能低下、咳・痰・喘鳴・息切れ、中耳疾患およびう蝕との関連<sup>5)</sup>も示唆されている。自らの意思で受動喫煙を避けることが難しい子どもについては、特に配慮が必要である。

内閣府が2022年8月に行ったタバコ対策に関する世論調査においても受動喫煙対策の強化の声が多く、そのなかでも路上・公園など屋外で喫煙できる場所を減らすことに力を入れてほしいと回答した者が多くを占め<sup>14)</sup>、屋外における受動喫煙対策の強化を望む声が多い。

日本も批准しているタバコの規制に関する世界保健機関枠組条約(Framework Convention on Tobacco Control: FCTC)においてもタバコ煙曝露に安全レベルはなく、100%タバコ煙のない法的環境を実現す

る以外の解決策は無効であり、工学的解決は受動喫煙からの保護をもたらさないこと、およびすべての屋内の職場と公衆の集まる場所は禁煙でなければならないとしている。日本は早い段階からFCTCを批准しているが、ようやく屋内の喫煙対策が制度化された状況であり、屋外の全面禁煙までは至っていない。本研究に加えて過去の研究結果からも受動喫煙対策強化のためには喫煙所を撤去し、屋外においても全面禁煙とすることが望ましいと考えられる。

本研究の限界として以下の点が挙げられる。第一に、PM<sub>2.5</sub>はボイラー、焼却炉などのばい煙を発生する施設、コークス炉、鉱物の堆積場等の粉塵を発生する施設、自動車、船舶、航空機等の人為起源のもの、さらには土壌、海洋、火山等の自然起源のものがある。そのため、本研究で測定したPM<sub>2.5</sub>がすべてタバコ煙によるものかは不明である。国立環境研究所が公開している全国各地のPM<sub>2.5</sub>濃度データでは、本研究対象のJR某駅が含まれるエリアにおけるPM<sub>2.5</sub>の年平均値について8.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と報告されている<sup>15)</sup>。したがって「実測されたPM<sub>2.5</sub>」から「当日の某駅の存在する自治体のPM<sub>2.5</sub>(8.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )」を差し引いたものが喫煙によって概ね排出されたPM<sub>2.5</sub>であると推定できるが、PM<sub>2.5</sub>濃度は時間や風向きによっても変わるため、正確な数値とはいえない。環境タバコ煙の指標にはニコチンが用いられることが多く、京都駅の半オープンスペースの屋外喫煙所において調査した報告では、喫煙所周囲でニコチンが検出された<sup>16)</sup>ことが明らかになっていることから、測定したPM<sub>2.5</sub>がタバコ煙由来であることを確認するためにはタバコ煙に含まれるニコチン濃度も測定する必要がある。第二に、本研究は閉鎖型喫煙所内に設置されているエアコンや空気清浄機の作動状況、天候や風向きを考慮した検討は行っていない。第三に、今回の測定は某駅の閉鎖型喫煙所一箇所のみでの測定であるため、結果の一般化には注意をする必要がある。第四に、本研究では喫煙者が使用したタバコの種類(紙巻タバコ、加熱式タバコなど)による検討を行っていない。第五に、測定したPM<sub>2.5</sub>濃度は環境省が定めている基準値を用いて検討しており、タバコ煙のPM<sub>2.5</sub>に限った基準値ではない。また、受動喫煙のほうが大気汚染より健康影響が大きい可能性がある<sup>17)</sup>という報告もあり、タバコ煙独自のリスク評価については、今後の課題であると考えられる。

## 結語

閉鎖型喫煙所であっても、喫煙所内のみならず少なくとも5m離れた地点において環境省の1日平均値を超えるPM<sub>2.5</sub>濃度に曝露されることが明らかになった。また、地面からの高さが低いほどタバコ煙から発生するPM<sub>2.5</sub>濃度は高値であった。喫煙所付近の通行人や喫煙所を利用する喫煙者への受動喫煙の影響は避けられず、特に背の低い小児やベビーカーに乗った乳幼児に受動喫煙のリスクがあることを踏まえると、駅などの公共の場所では、全面禁煙にするなどの取り組みが望ましいと考えられる。

本研究において利益相反はない。

## 謝辞

本測定にあたり、某駅の閉鎖型喫煙所の管理者の皆様、京都女子大学の学生の皆様に多くのご協力をいただきました。厚く御礼申し上げます。

## 文献

- 1) 田淵貴大：喫煙の医学. タバコ煙の成分. タバコ煙に含まれる成分. In: 日本禁煙学会編. 禁煙学(改訂4版). 南山堂, 東京, 2019, p2-6.
- 2) 東敏昭, 桜井治彦, 外山敏夫, ほか：タバコ煙粒子の捕集, 観察と気道内での動態. 日本公衛誌 1985; 32: 17-23
- 3) 環境省 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) に関する情報 <https://www.env.go.jp/air/osen/pm/info.html> (閲覧日: 2023年7月4日)
- 4) WHO: WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide Global update 2005. summary of risk assessment. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-SDE-PHE-OEH-06-02> (閲覧日: 2023年5月20日)
- 5) 厚生労働省「喫煙と健康 喫煙の健康影響に関する検討会報告書」 <https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/0000172687.pdf> (閲覧日: 2023年5月20日)
- 6) 厚生労働省 改正健康増進法の体系 <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000744289.pdf> (閲覧日: 2023年5月20日)
- 7) 厚生労働省 職場の空気環境の測定方法等 <https://www.mhlw.go.jp/houdou/2003/05/h0509-2b.html> (閲覧日: 2023年5月20日)
- 8) 大和浩, 姜英, 朝長諒, ほか: 業務車両や自家用車内で喫煙した場合の同乗者の受動喫煙. 産衛誌 2022; 64: 146-151.

- 9) 宮崎雄輔, 岩崎裕子, 雨谷敬史, ほか: 静岡県立大学における浮遊粒子測定に基づく喫煙所の撤去について. 禁煙科学 2018; 12: 1-5.
- 10) 飯田優里, 野下結衣, 大和浩, ほか: 屋外の開放型喫煙所から漏出するタバコ煙の状況~就学年齢の子どもに対する受動喫煙防止に向けて~. 京都女子大生活福祉 2021; 16: 1-8.
- 11) 野下結衣, 飯田優里, 大和浩, ほか: 屋外におけるタバコ煙の周囲への影響-京都の某寺社における大気中のPM<sub>2.5</sub>濃度の測定による評価-. 京都女子大食物学会誌 2020; 75: 21-26.
- 12) 山本秀樹, 中田敬司, 岸本卓巳, ほか: 喫煙対策と受動喫煙の評価に関する研究-某自治体の事例から. 産業医ジャーナル 2005; 28: 59-64.
- 13) 大和浩: 2020年に向けて本格始動 みるみる進む! 職場の受動喫煙対策 受動喫煙ゼロ=吸いづらい環境→喫煙率低下職域における喫煙対策の現状と展望. 産業保健と看護 2018; 10: 146-149.
- 14) 内閣府: たばこ対策に関する世論調査. <https://survey.gov-online.go.jp/hutai/r04/r04-tabako/gairyaku.pdf> (閲覧日: 2023年5月20日)
- 15) 国立環境研究所: 大気汚染常時監視データ. <https://tenbou.nies.go.jp/download/> (閲覧日: 2023年8月30日)
- 16) 中村亜紀, 宮脇尚志: 屋外喫煙所周囲の環境タバコ煙(ETS)における空気中ニコチン量の検討. 京都女子大宗教・文化研究所『研究紀要』2023; 36 67-81.
- 17) 日本禁煙学会: PM<sub>2.5</sub>問題に関する日本禁煙学会の見解と提言 日本では国内の受動喫煙が最大のPM<sub>2.5</sub>問題です. <http://www.nosmoke55.jp/action/1302pm25.html> (閲覧日: 2023年8月30日)

## Second-hand smoking in and around an enclosed smoking area

Yuki Kimura<sup>1</sup>, Kiho Miyoshi<sup>1</sup>, Yuri Ito<sup>2</sup>, Sayaka Mukai<sup>2</sup>, Aki Nakamura<sup>3</sup>, Takashi Miyawaki<sup>1,2</sup>

### Abstract

**Objective:** To measure the concentration of particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) in the air within a closed smoking area and to evaluate the degree of exposure to second-hand smoking for both smokers and non-smokers in the vicinity of the smoking area.

**Method:** Within a closed smoking area in a station, PM<sub>2.5</sub> was measured inside the smoking area at 1 m, 3 m, and 5 m from the smoking area, and at different heights (74 cm, 120 cm, 160 cm) from the ground inside the smoking area.

**Results:** PM<sub>2.5</sub> concentration in smoking areas invariably exceeded the alert values for air quality standards set by the Ministry of the Environment, as well as the upper limit of the daily average values set by the Ministry at a distance of 5 m from the smoking area. The concentration at 74 cm above the ground was significantly higher than that measured at heights of 120 cm and 160 cm.

These results suggest that the opening and closing of the door diffuses tobacco smoke both within and beyond the enclosed area.

**Conclusion:** Closed smoking area does not protect people from second-hand smoking.

### Key words

second-hand smoking, tobacco smoke concentration, PM<sub>2.5</sub>, enclosed smoking area

<sup>1</sup> Graduate school of Home Economics, Kyoto Women's University

<sup>2</sup> Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics, Kyoto Women's University

<sup>3</sup> Nursing Teacher and Welfare Education Course, Department of Education, Faculty of Human Development and Education, Kyoto Women's University