

《調査報告》

フロア分煙の某ホテルにおけるPM_{2.5}濃度の測定小西彩絵¹、大和 浩²、西山信吾²、姜 英²、土井たかし³、西河浩之⁴、宮脇尚志^{1,3,4}

1. 京都女子大学 家政学部 食物栄養学科、2. 産業医科大学 産業生態科学研究所 健康開発科学研究所
 3. NPO 法人京都禁煙推進研究会(タバコフリー京都)、4. 洛和会東寺南病院健診センター

【目的】 ホテルにおいて空気中の微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 濃度の測定を行い、宿泊者に曝露される受動喫煙を評価すること。

【方法】 喫煙フロアおよび禁煙フロアに分けられているビジネスホテルXにおいて、屋外、禁煙の1階ロビー、禁煙フロアおよび喫煙フロアの廊下におけるPM_{2.5}の測定を行った。また、喫煙フロアの宿泊室内で喫煙を行い、宿泊室の前の廊下にてPM_{2.5}の変化も評価した。

【結果】 喫煙フロアの廊下のPM_{2.5}濃度は、屋外、ロビーおよび禁煙フロアよりも有意に高値であり、禁煙フロアのPM_{2.5}濃度も、屋外に連続するロビーよりも有意に高値であった。喫煙フロアの宿泊室で喫煙を行うと、宿泊室の前の廊下のPM_{2.5}が喫煙前の約2～3倍に上昇した。喫煙フロアのPM_{2.5}の平均値は、環境省の定める大気環境基準の1年平均値を上回った。

【考察】 PM_{2.5}の濃度は喫煙フロアのみならず禁煙フロアにおいても高値であり、エレベーターや階段を通してタバコ煙が拡散していると考えられた。また、喫煙者が宿泊室内で喫煙を行うと、宿泊室のドアの隙間から廊下にPM_{2.5}が漏出することが認められた。

【結論】 ホテルで禁煙フロアと喫煙フロアを階で分けてい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、フロア空間分煙

緒言

タバコの煙は、ガス成分と粒子成分の混合物であり、約5,300種類の化学物質が含まれ、そのうち70種類以上は発がん性があるとされる¹⁾。粒子成分はニコチンを含むタールの微粒子であり、粒子径が0.4～1.0 μmの微小粒子状物質として、Particulate Matter_{2.5} (PM_{2.5})に分類される²⁾。年間のPM_{2.5}が10 μg/m³増加すると、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³⁾。タバコの先端から発生する煙(副流煙)と喫煙者が肺から吐き出す煙(呼出煙)の混合物が受動喫煙と定義されている。

健康増進法の一部を改正する法律(平成30年法律第78号)(改正健康増進法)の成立により、学校・病院・児童福祉施設等、行政機関においては、受動喫煙防止の観点から原則敷地内禁煙が2019年7月より義務づけられ、また、2020年4月からは、多数の者が利用する施設は原則屋内禁煙となり、違反した者に対しては指導や罰則が適用される⁴⁾。しかし、ホテルや旅館の客室等においては「居住の用に供する場所」として喫煙が認められている。これまでの研究で、屋内空間分煙では非喫煙者の受動喫煙を防ぐことができないことが明らかとなっている^{5~7)}。そのため、現在、日本の多くのホテルでは受動喫煙防止を目的として禁煙フロアと喫煙フロアに階が分けられているが、禁煙と喫煙フロアの階を分けることで受動喫煙を防止することが可能であるかを検討した報告はない。また、客室が喫煙可であっても、ドアの隙間や開閉時にタバコ煙が漏れ出ることが報告されている⁸⁾。そこで、本研究では禁煙フロアと喫煙フロアに分けられている日本の一般的なビジネスホテルにおいて、それぞれのフロアの廊下における受動

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 家政学部 食物栄養学科 宮脇研究室
 小西彩絵
 TEL: 075-531-7157
 e-mail: ko.jag26@gmail.com
 受付日 2019年7月28日 採用日 2020年3月10日

喫煙をPM_{2.5}の濃度で評価し、フロアで分けることが受動喫煙を防止するうえで有効であるかどうかを検討することを目的とした。

方 法

1) 測定方法

個人用粉じん曝露モニタ(TSI社、SidePak™ AM520)を用い、床から約120 cmの高さで、PM_{2.5}濃度を5秒ごとのリアルタイムモニタリングを行った。

2) 調査場所と時間

京都市内で階により喫煙フロアおよび禁煙フロアが分けられている中堅ビジネスホテルXにて2名で調査を行った。ビジネスホテルXは築20年で11階建てであり、本館は110室ある。宿泊客はビジネス利用と観光利用が中心で、利用者の平均年齢は42歳、男女比は7:3である。ホテルは1階がロビー、2階以上が宿泊室で、喫煙フロアは4階と8階である。測定は2018年8月8日に行い、宿泊室内の掃除後でかつ当日の宿泊者が入室する前(午後6時頃)に、ホテルの屋外(玄関前)5分間、ロビー(禁煙)5分間、禁煙フロア(10階)における宿泊室前の廊下中央で10分間、喫煙フロア(4階)における宿泊室前の廊下中央で10分間の順で行った。その後、宿泊者が宿泊室で喫煙する可能性が高いと思われる午後8時前より、宿泊室のドアを閉めた状態で4階喫煙フロアの宿泊室にて調査の協力者1名が喫煙を行い、喫煙中の3分間および喫煙終了後の15分間、宿泊室の前の喫煙フロアの廊下でPM_{2.5}濃度の測定を行った(図1)。

PM_{2.5}の基準値は、環境省が定めている大気環境基準⁹⁾を参考とした。

3) 統計処理

解析には、SPSS Statistics Ver.22 (IBM社)を用いた。対応のない3群以上の比較にはKruskal-Wallis検定の後、それぞれの場所のPM_{2.5}の平均濃度の比較を行った。 $p < 0.05$ を有意とした。

4) 倫理的配慮

ホテル内でPM_{2.5}濃度の測定を行うに際し、文書にてビジネスホテルXの承諾を得た。また、本研究は産業医科大学倫理委員会の承認を得た(第H26-145号)。

結 果

ビジネスホテルXの各フロアにおけるPM_{2.5}濃度の平均値を図2に示す。禁煙フロア(10階)の廊下のPM_{2.5}濃度の平均値($16.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$)は屋外($9.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$)および1階ロビー(禁煙)($11.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$)に比べ有意に高値であった($p < 0.001$)。また、宿泊室での喫煙開始前の喫煙フロア(4階)の宿泊室の前の廊下のPM_{2.5}濃度の平均値($49.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$)は禁煙フロアの廊下に比べ有意に高値であり($p < 0.001$)、喫煙フロアでは、PM_{2.5}濃度の平均値は屋外の約5倍、ロビーの約3倍の値であった。

図3に、ビジネスホテルXの屋外からロビー、禁煙フロア、喫煙フロアの順に移動し、喫煙フロアの客室内で喫煙した前後でPM_{2.5}濃度のリアルタイムモニタリングの結果を示す。喫煙フロアの宿泊室で

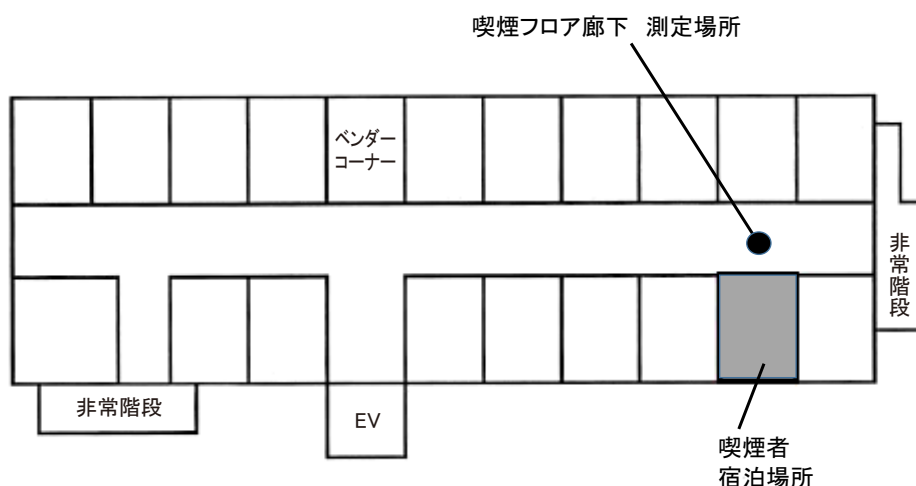


図1 ビジネスホテルXの喫煙フロア(4階、宿泊室19室)の見取り図

喫煙を開始する前の喫煙フロアの廊下では、PM_{2.5}の値は50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度であったが、宿泊室での喫煙開始1分半後から宿泊室の前の廊下のPM_{2.5}濃度は上昇し始め、喫煙終了5分後以降にも上昇が続き、喫煙開始前のPM_{2.5}濃度の約2～3倍(100～150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度)にまで上昇し、喫煙終了15分が経過しても高値が持続していた。

考 察

本研究は、喫煙フロアと禁煙フロアが混在し、宿泊客はビジネス利用と観光利用が中心である京都のビジネスホテルにおいて、PM_{2.5}濃度を測定して受動喫煙の影響を検討した調査報告である。

本研究の結果、喫煙フロアの廊下のPM_{2.5}濃度は、屋外や屋外と連続する禁煙のロビーおよび禁煙フロアよりも有意に高値であり、禁煙フロアでもロビー(禁煙)より有意にPM_{2.5}濃度は高値であった。本測

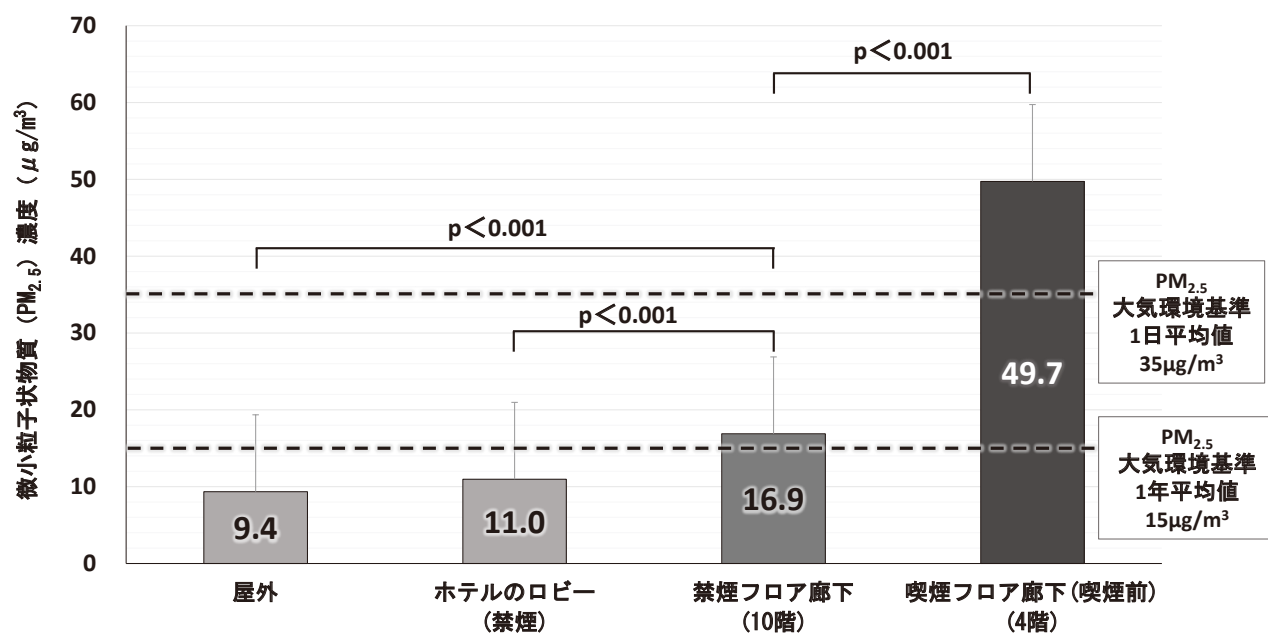


図2 ビジネスホテルXの各フロアにおけるPM_{2.5}濃度 (5分間または10分間の平均値)

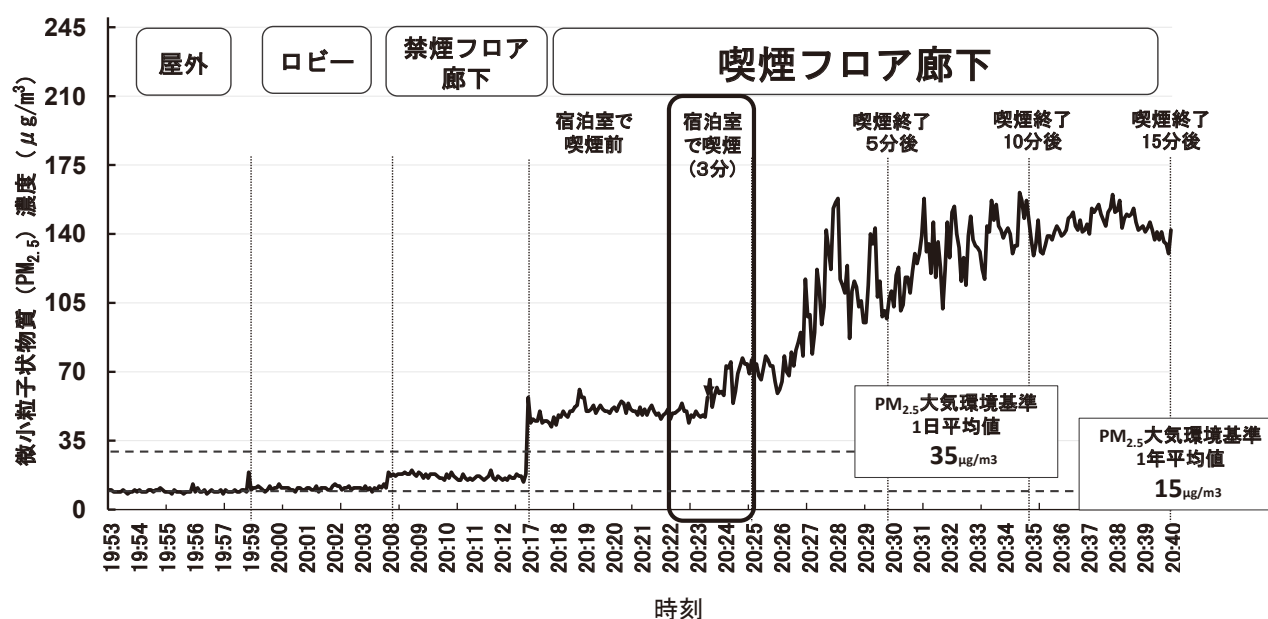


図3 ビジネスホテルXの各フロアにおけるPM_{2.5}濃度 (リアルタイム)

定においては、喫煙フロアのみならず禁煙フロアのPM_{2.5}濃度も環境省の定める大気環境の1年平均値をわずかに上回っていた。この理由として、喫煙フロアのPM_{2.5}が、エレベーターや階段を通して禁煙フロアにまで拡散していることが考えられた。この拡散を防止するためには、禁煙フロア直通のエレベーターの設置や、喫煙者と禁煙者で使用する階段を別にする必要があると思われるが、設備や運営の点から現実的ではない。また、喫煙フロアの宿泊室で喫煙を行うとドアの隙間から宿泊室の前の廊下にPM_{2.5}濃度が漏出し、この露出が喫煙フロアの廊下からエレベーターや階段を通して禁煙フロアにまで拡散していることが考えられた。これらの結果から、ホテルにおける受動喫煙を防止するためには、宿泊室も含めてホテル内を完全禁煙にする必要がある。

日本では喫煙率は年々低下している一方で、受動喫煙が社会的な問題となっている。日本人の追跡調査により受動喫煙を受けている者の罹患リスクは肺がんが1.3倍¹⁰⁾、虚血性心疾患は1.2倍、脳卒中は1.3倍、乳幼児突然死症候群(SIDS)は4.7倍とされ、少なくとも年間1万5,000人が受動喫煙で死亡していると推定されている¹¹⁾。また、急性症状としてめまいや吐き気・頭痛だけでなく、受動喫煙に曝露された者のCOPD発症リスクが増加したり¹²⁾、精神・心理的影響などが生じることが知られている^{3, 13)}。また、複数の喫煙者が利用する喫煙室においては、喫煙者は能動喫煙以外に他の喫煙者からの受動喫煙を受けることになる¹⁴⁾。2020年から施行される改正健康増進法には、事務所や飲食店において、「喫煙可能部分は客・従業員ともに20歳未満は立ち入ることができない」「喫煙専用室と同等の煙の流出防止措置を講じている場合は、非喫煙スペースへの20歳未満の立ち入りは可能」¹⁵⁾とされているが、本研究から廊下にて20歳未満の宿泊者や従業員の未成年者が受動喫煙に曝露する可能性は十分高い。“受動喫煙防止のため20歳未満の客や従業員を立ち入り禁止”の趣旨から、喫煙可能な宿泊室のあるホテルを評価すれば利用者や従業員を含めた20歳未満の者の実効的な喫煙フロアへの立ち入り禁止の措置が必要となり、新たな対策を求められることとなる。特に本研究の対象となったビジネスホテルXのように妊婦や子ども等も含まれる観光客も多く宿泊するホテルでは、少なくとも宿泊室を含めた屋内を全面禁煙にする必要がある。

また、日本も批准している「たばこの規制に関する世界保健機関枠組条約」(Framework Convention on Tobacco Control : FCTC) 第8条「たばこの煙にさらされることからの保護」の履行のためのガイドラインで、屋内の職場と屋内の公共の場所を全面禁煙とすることが要求されていることもその根拠となる⁸⁾。

ホテルは全客室を禁煙とし、ロビーに喫煙専用室を1か所設置している施設が増えているが、FCTC第8条の結論では、「受動喫煙は安全な曝露レベルのない発がん物質であり、工学的な手法で受動喫煙を防止することはできない」と断言していることから喫煙専用室も設置するべきではない。また、Mattらが、完全禁煙でないホテルでの壁や空気中のニコチン、宿泊者の指に付着したニコチンや尿中ニコチンを測定し、完全禁煙のホテルの壁や空気中の濃度や宿泊者に比べて、いずれも高い値であることを明らかにしている¹⁶⁾。本研究に加え、法的な視点、過去の研究結果からもホテル内を完全禁煙しない限り、従業員を含めたホテル内のすべての人が受動喫煙曝露の影響があるということが明確である。

本研究の限界として以下の点が挙げられる。第一に、PM_{2.5}はタバコ煙以外に工場や自動車、ボイラーや焼却炉などから排出されたばい煙等、大気汚染やホテル内の飲食店(焼肉や焼鳥等)からも発生する。今回の測定場所である京都は工場地帯ではなく、日本では排ガス規制が進んでいるのでこれらの混入は小さいとは考えられるがゼロではない。また、屋外よりも禁煙フロアや喫煙フロアの空気が有意に高かったことから大気環境汚染物質の混入は考えにくい。今後は、空気中のニコチン濃度の測定も同時に測定することでPM_{2.5}濃度の上昇がタバコ煙由来であることの証明も必要である。第二に、今回は都市部の築20年程度のビジネスホテルのみにおける測定しか行っていない。今後、最新の空調設備がある新築のホテルや気密性の高い高層ホテル、あるいは、近年増えてきている全客室が完全禁煙のホテルでの測定との比較が必要である。第三に、喫煙宿泊者が入室する前の時間帯に測定を行ってはいるが、喫煙フロアにおける他の客室の入室状況や喫煙の有無の確認はできていない。第四に、本研究における測定は粉じん成分だけであり、ニコチンなどタバコの燃焼に由来するガス成分の測定は行っていない。

結 語

禁煙フロアと喫煙フロアが階で分けられているビジネスホテルにおいて喫煙フロアの宿泊室で喫煙を行うと、ドアの隙間から宿泊室の前の廊下にPM_{2.5}濃度が漏出し、さらに、エレベーターや階段を通して禁煙フロアにまで拡散していることが考えられた。また、ホテルの居室を喫煙可にすると、禁煙フロアと喫煙フロアを階で分けても受動喫煙は防止できない可能性が示唆された。ホテルにおける受動喫煙を防止するためには、宿泊室も含めてホテル内を完全禁煙にする必要があると考えられた。

利益相反

本研究に開示すべきCOIはない。

謝 辞

本測定にあたり、ご協力をいただきましたビジネスホテルXの関係者の方に深謝申し上げます。

本研究は、第12回日本禁煙学会学術集会にて、第2回繁田正子賞優秀賞を受賞した。本研究の一部は、厚生労働科学研究費補助金 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究、受動喫煙の防止を進めるための効果的な行政施策のあり方に関する研究、平成26年度(H24-循環器等(生習)-一般-015)に基づき行われた。

引用文献

- 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、2-6。
- 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 第1号1985; 32: 17-23。3) 厚生労働省健康局長 受動喫煙防止対策について <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000004k3v-img/2r98520000004k5d.pdf> (閲覧日: 2019年5月10日)
- 松崎道幸：喫煙の医学。受動喫煙による疾患と対策。PM_{2.5}と受動喫煙。In: 日本禁煙学会編。禁煙学(改訂4版)。南山堂、東京、2019、107-109。
- 厚生労働省 受動喫煙対策 改正健康増進法の施行期日について <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000466496.pdf> (閲覧日: 2019年6月13日)
- Semmonds A, Bailey K, Bentley S, et al: Smoking in hotels: prevalence, and opinions about restrictions. Aust J Public Health 1995; 19: 98-100.
- 大和浩, 姜英: 【禁煙up to date 新型タバコなど喫煙対策の最新情報】受動喫煙対策 「分煙」ではなぜダメか 受動喫煙とサードHANDSモーク。治療 2017; 99: 1453-1456.
- Policy recommendations on protection from exposure to second-hand tobacco smoke. World Health Organization. https://www.who.int/tobacco/resources/publications/wntd/2007/pol_recommendations/en/ (閲覧日: 2019年12月2日)
- 大和浩, 姜英, 太田雅規: 「たばこの規制に関する世界保健機関枠組条約」第8条「たばこの煙にさらされることからの保護」について。日衛誌 2015; 70: 3-14.
- 環境省 微小粒子状物質(PM_{2.5})に関する情報 2. 環境基準について <https://www.env.go.jp/air/osen/pm/info.html#STANDARD>. (閲覧日: 2019年5月10日)
- Hori M, Tanaka H, Wakai K, et al: Secondhand smoke exposure and risk of lung cancer in Japan: a systematic review and meta-analysis of epidemiologic studies. Jpn J Clin Oncol. 2016; 46: 942-951.
- 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」本文 <https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/0000172687.pdf> (閲覧日: 2019年6月13日)
- 陶山和晃, 田中貴子, 石松裕二ほか: 夫からの環境タバコ煙曝露による妻のCOPD発症リスクに関する検討。禁煙会誌 2019; 14: 55-62.
- 柴田朋実, 深山泉希, 西河浩之, ほか: 受動喫煙の曝露時間と呼吸機能及び心理ストレスとの関連 — 人間ドック受診者における横断研究 —。禁煙学誌 2016; 11: 98-105.
- 鈴木史明, 笠松隆洋: 国内空港における喫煙室利用者の能動喫煙および受動喫煙の実態調査。禁煙会誌 2016; 11: 123-129.
- 厚生労働省 受動喫煙対策 改正健康増進法の体系 <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000489407.pdf> (閲覧日: 2019年6月13日)
- Matt GE, Quintana PJ, Fortmann AL, et al: Thirdhand smoke and exposure in California hotels: non-smoking rooms fail to protect non-smoking hotel guests from tobacco smoke exposure. Tob Control 2014; 23: 264-272.

Measurement on the PM_{2.5} concentration in one hotel with space separation of smoking indoor

Sae Konishi¹, Hiroshi Yamato², Ying Jiang², Shingo Nishiyama², Takashi Doi³,
Hiroyuki Nishikawa⁴, Takashi Miyawaki^{1,3,4}

Abstract

Objective: The aim of the study was to measure the concentration of fine particulate matter (PM_{2.5}) in hotel air and assess guest exposure to passive smoking.

Methods: We measured PM_{2.5} concentration outside the business hotel X, in the non-smoking lobby, and in the hallways of both the non-smoking and smoking floors. The PM_{2.5} of smoke from a guest room on the smoking floor was measured from the hallway in front of the room.

Results: The PM_{2.5} concentration in the hallway of the smoking floor was significantly higher than that outside the hotel, in the lobby, or on the non-smoking floor. Also, the PM_{2.5} concentration on the non-smoking floor was significantly higher than that in the lobby. When someone smoked, the PM_{2.5} concentration in the hallway in front of their room rose two to three times than before. The average PM_{2.5} value on the smoking floors exceeded the average annual value stipulated by the Ministry of the Environment.

Conclusion: The PM_{2.5} concentration was high not only on the smoking floors, but on the non-smoking floors as well. It is possible that the cigarette smoke spread through the elevators and stairwells. Further, when a smoker lights a cigarette in their room, it is possible that PM_{2.5} may leak into the hallway through gaps of the door in the guest room door. Therefore, passive smoking cannot be avoided even in hotels with smoking and non-smoking floors.

Key words

passive smoking, tobacco smoke concentration, PM_{2.5}, space separation of smoking indoor

¹. Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics, Kyoto Women's University

². Department of Health Development, Institute of Industrial Ecological Sciences, University of Occupational and Environmental Health

³. Kyoto Association of Tobacco Control, Nonprofit Organization

⁴. Rakuwakai Toji-Minami Hospital