

厚生労働科学研究費（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）

喫煙室内外の環境改善に資する課題の解決のための研究

分担研究報告書

喫煙専用室内外の粒子状物質のモニタリングに関する研究

研究分担者 大和 浩 産業医科大学 産業生態科学研究所 教授

研究要旨 2020年4月より全面施行された改正健康増進法および東京都受動喫煙防止条例により、全国の飲食店の約45%、東京都では84%の飲食店において、屋内完全禁煙または喫煙専用室の設置による客席の全面禁煙化が義務となる。飲食店等に設置がふえることが予想される喫煙専用室からタバコ煙の漏れの有無とその程度、漏れの程度を最小限に抑えるための工夫を明らかにする研究が必要である。

従来、喫煙専用室からの漏れを評価するために、喫煙に伴って上昇する微小粒子状物質（PM2.5）濃度の重量濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）の測定が行われてきた。本研究では、クリーンルーム等の環境評価に用いられる粒子数濃度（粒子数/L）を用いることで、より精密な評価が可能であることを明らかにした。

A. 研究目的

2020年4月より全面施行された改正健康増進法および東京都受動喫煙防止条例の施行により、全国の飲食店の約45%、東京都では84%の飲食店において、屋内完全禁煙または喫煙専用室の設置による客席の全面禁煙化が義務となる。

全面禁煙ではなく、喫煙専用室を設置する選択をした飲食店においては、タバコ煙の漏れの有無とその程度、喫煙専用室を使用し続ける場合はその漏れを最小限に抑える工夫を明らかにすることが必要である。

当研究室ではこれまで、喫煙専用室からの漏れを評価するために、喫煙に伴って上昇する微小粒子状物質（PM2.5）濃度の重量濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を測定する機器を用いて行われてきた。しかし、この方法の分粒機能は、粒子径が $2.5\mu\text{m}$ の粒子を50%カットする、というものであり、屋外の土石や

衣服の繊維等に由来する数 μm の粒子の混入をゼロにはできない。タバコの燃焼から発生する粒子は副流煙の粒子径の度数分布のピークは $0.4\mu\text{m}$ 、主流煙は $0.5\mu\text{m}$ であることが分かっており（東敏昭ら、日公衛誌, 1985）、タバコ煙の漏れの有無と程度を評価するためにはクリーンルーム等の環境評価に用いられる粒子径別に個数濃度をリアルタイムモニタリングできるパーティクルカウンターで行うことが必要である。

B. 研究方法

喫煙専用室からのタバコ煙の漏れを正確に評価するために、6種類の粒子径（0.3/0.5/1.0/2.0/5.0/10.0 μm ）の1リットル当たりの個数を別々に計測ができるパーティクルカウンター（ベックマン・コールター社製、METONE ハンドヘルドパーティ

クルカウンター HHPC+) を用いた。

実際の店舗の測定では、喫煙専用室内とその出入口の近傍、禁煙区域の3カ所で測定する必要があるため、本研究では3台のパーティクルカウンター (No.1~3) を用意した。予備実験として、敷地内禁煙の研究施設の居室でタバコ煙の代わりに線香を燃焼させ、一般的な室内の粒子径別の個数濃度の目安、および、3台のパーティクルカウンターの一致性を確認した。

C. 結果

1) 粒子径別、個数濃度の測定結果

禁煙の室内で線香を燃焼させた時の浮遊粉じんの個数濃度をパーティクルカウンター (No.1) で測定し、微小な粒子から順に並べた結果を示す。線香の燃焼によって発生する煙の主となる粒子径は $0.3\sim 1.0\mu\text{m}$ であることが認められた (図1~5)。

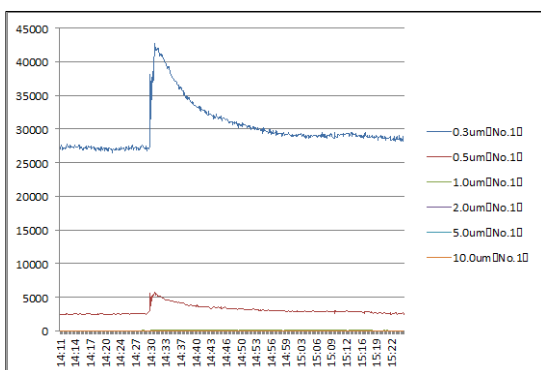


図1. 粒子径 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ の個数濃度

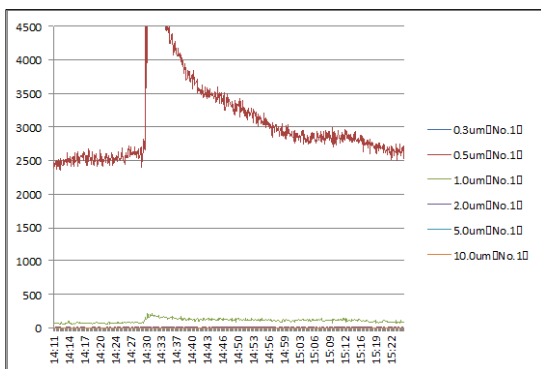


図2. 粒子径 $0.5\sim 0.3\mu\text{m}$ の個数濃度

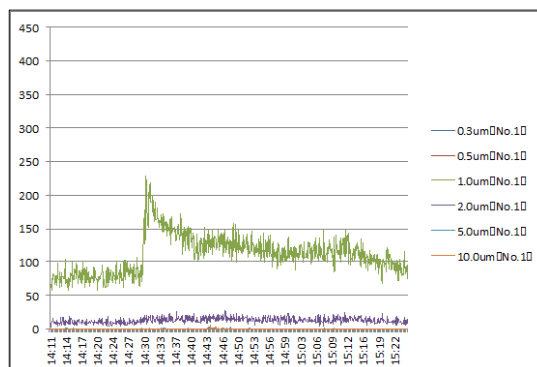


図3. 粒子径 $1.0\sim 2.0\mu\text{m}$ の個数濃度

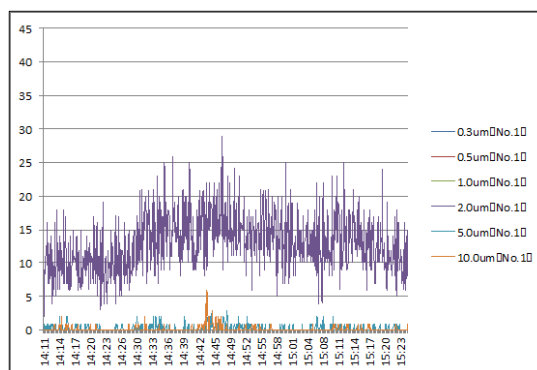


図4. 粒子径 $2.0\sim 5.0\mu\text{m}$ の個数濃度

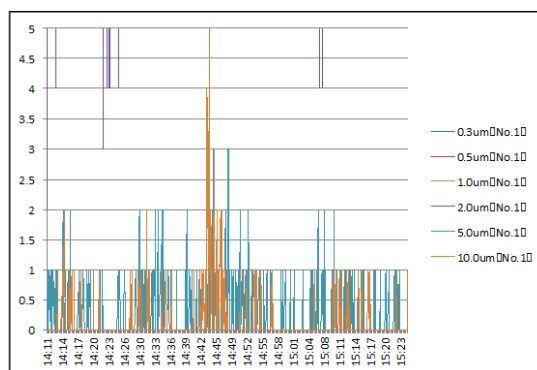


図5. 粒子径 $5.0\sim 10.0\mu\text{m}$ の個数濃度

2) パーティクルカウンター、3台の一致性に関する検討

3台の測定機で同時に $0.3\sim 2.0\mu\text{m}$ の粒子を測定した結果を図6~9に示す。若干の機種間差は認められるが、ほぼ一致する結果であった。

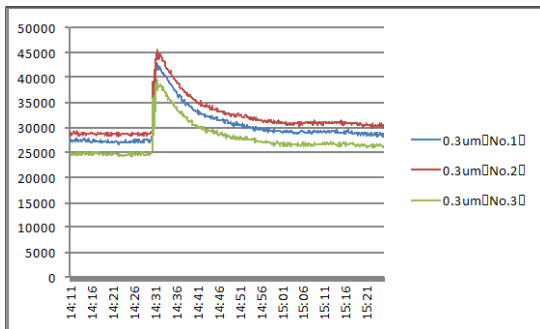


図 6. 機種間差の検討 (粒子径 0.3 μm)

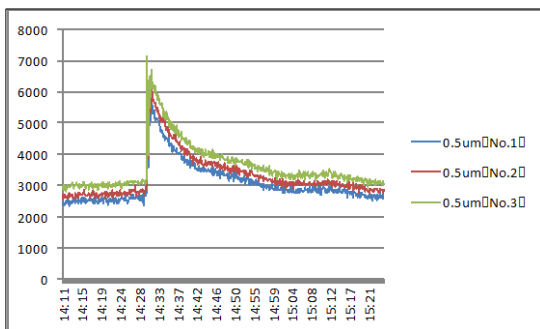


図 7. 機種間差の検討 (粒子径 0.5 μm)

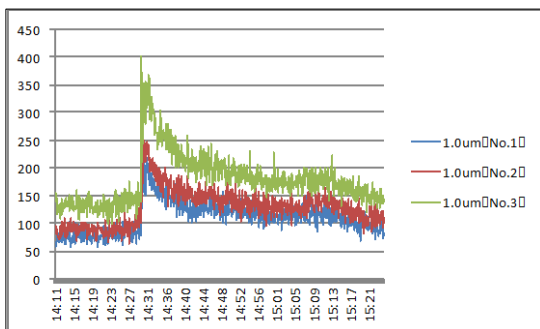


図 8. 機種間差の検討 (粒子径 1.0 μm)

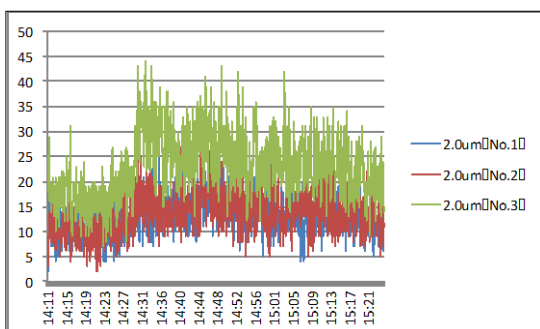


図 9. 機種間差の検討 (粒子径 2.0 μm)

タバコ煙の主たる粒子径は 0.5~1.0 μm であり、実際の飲食店で 3 台のパーティック

ルカウンターを用いた測定は基線を補正することで正確に評価が可能であることが考えられた (図 10)。

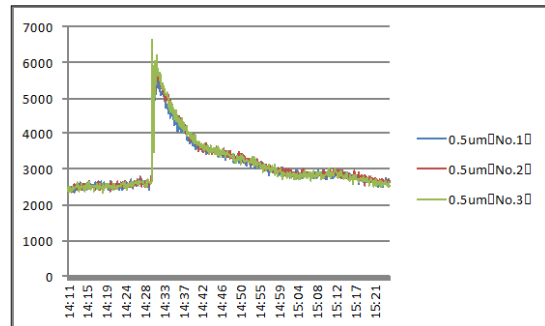


図 10. 基線の補正による測定結果の一致性 (粒子径 0.5 μm)

D. 考察

改正健康増進法、および、東京都受動喫煙防止条例によって飲食店等に設置される喫煙専用室からのタバコ煙の漏れの有無、および、その程度をタバコの燃焼によって発生する微小粒子状物質 (粒子径 : 0.3/ 0.5/ 1.0 μm) の個数濃度で精密に評価できることが認められた。

今後、実際の飲食店等に設置されている喫煙専用室とその周囲、および、禁煙区域で測定、評価することが必要である。

G. 研究発表

1. 論文発表 (本研究に関連するもの)
 1. Inomoto A, Yamato H, Michishita R, Jiang Y, Nishiyama S, Fukuda R, Deguchi J. Frequency of exposure to secondhand smoke outside the home is associated with a lower FEV1/FVC in male workers regardless of smoking status. Journal of UOEH. 2019 ;

- 41(1) 15-24
2. 大和浩, 姜英. 特集 新型たばこー健康影響と規制のあり方 加熱式たばこの受動喫煙対策への影響と今後の対策. 公衆衛生. 2020;83(8):602-607.
 3. 大和浩. 職場の受動喫煙問題の最新知見:職場の喫煙問題の現在. 産業医学ジャーナル. 2019;42(5):4-10.
 4. 中村正和, 田淵貴大, 尾崎米厚, 大和浩, 樺田尚樹, 吉見逸郎, 片野田耕太, 加治正行, 揚松龍治. 加熱式たばこ製品の使用実態、健康影響、たばこ規制への影響とそれを踏まえた政策提言. 日本公衛誌. 2020;67(1):3-14.
 5. Inomoto A, Deguchi J, Fukuda R, Michishita R, Jiang Y, Nishiyama S and Yamato H. Cohabiting with Smokers Is an Independent Factor for Worsening Arterial Stiffness Even in Smoking Workers. Journal of UOEH. (in press).
2. 学会発表
1. Yamato H. New Epidemic of Heated Tobacco Products in Japan~structure, Carcinogenic Chemicals and Second-hand Exposure~. The 29th China-Korea-Japan Conference on Occupational Safety and Health. China. 2019.
 2. Jiang Y, Kakiuchi N, Yamato H. Changes in Recognition and Usage of Heat-not-burn Tobacco Products among Japanese Workers. The 29th China-Korea-Japan Conference on Occupational Safety and Health. China. 2019.
 3. 大和浩. 喫煙対策最前線:産業保健分野の喫煙を取り巻く最新知見. 第92回日本産業衛生学会. 名古屋. 2019.
 4. 姜英, 垣内紀亮, 大和浩. 喫煙対策:勤労世代における非燃焼・加熱式タバコの認識と使用状況の推移. 第92回日本産業衛生学会. 名古屋. 2019.
 5. 大和浩. 働く世代の動脈硬化性疾患(脳・心疾患、過労死)の予防~健康寿命延伸をめざして~:改正健康増進法で求められる職域の喫煙(加熱式タバコを含む)対策. 第51回日本動脈硬化学会総会・学術集会. 京都. 2019.
 6. 大和浩. 産業保健におけるテクノロジーの応用~禁煙・依存症の支援にもたらず可能性~. 第29回日本産業衛生学会全国協議会. 仙台. 2019.
 7. 姜英, 垣内紀亮, 大和浩. 勤労世代における加熱式タバコの認識と使用状況の2年間の推移. 第37回産業医科大学学会. 北九州. 2019.
 8. Yamato H. Novel findings from studies evaluating secondhand exposure to HTPs and use of these products in public places. Global Tobacco Free Summit TID 15TH ANNUAL CONFERENCE. 東京. 2019.
 10. 大和浩. 受動喫煙防止ー改正健康増進法の実効性を高めるために喫煙専用室や屋外喫煙所の設置をめぐる社会の動きと技術的課題. 第78回日本公衆衛生学会総会. 高知. 2019.
 12. 大和浩. 改正健康増進法で求められる職場の喫煙対策と加熱式タバコ対策. 第13回日本禁煙学会学術総会. 山形.

2019.

14. 大和造. エビデンスに基づく加熱式タバコ・電子タバコの実態：加熱式タバコによる二次曝露の影響と法・条例による規制のあり方. 第 29 回日本禁煙推進

医師歯科医師連盟学術総会. 東京. 2020.

H. 知的財産権の出願・登録状況

この研究において、知的財産権に該当するものはなかった。