

民家の食堂における焼肉による PM2.5 の経時的変化

井奈波良一

岐阜大学大学院医学系研究科産業衛生学分野

(平成 25 年 11 月 19 日受付)

要旨：【目的】室内における焼肉による PM2.5 の変化を観察する。

【方法】一民家の食堂において、禁煙下で炭火網焼きによる焼肉を 4 名で行い、経時的に食堂内の PM2.5 を測定した。

【結果】1. 焼肉開始後、PM2.5 は急激に上昇し、終了時がピークで 18.4mg/m³であった。焼肉中 (24 分間) の PM2.5 の平均値は、10.621 ± 5.159mg/m³であった。終了後 PM2.5 は急激に低下したが、換気が悪かったためか前値に戻るまで 90 分を要した。2. 焼肉中煙のため視界は不良になり、4 名中 2 名が眼の痛みを訴えた。

【結論】焼肉によって PM2.5 が発生するために、効果的な換気やマスク着用を実施する必要がある。

(日職災医誌, 62 : 238—241, 2014)

—キーワード—

焼肉, PM2.5, 煙

はじめに

近年、中国では、微小粒子状物質 (PM2.5) による大気汚染が深刻化し、問題となっている¹⁾。北京大学環境科学・工程学院の謝は、大気中に存在する PM2.5 の由来は複雑であり、自動車などによるものが比較的多いと考えられるが、それ以外の原因については、それぞれあまり差がないとしている²⁾。

北京市では、大気中の PM2.5 のうち調理に伴う煙や油煙が 13% を占めるなど、大気の質を改善するために放置できないとして露天でのバーベキューや焼き肉などの営業の取締を開始したと中国新聞社などが報じた²⁾。調理による煙や油煙に含まれる成分は種類が大きく、200 種類以上の物質の存在が確認されている。多くは揮発性有機物で、少なくとも数十種類は人の健康に有害とされる²⁾。油煙の大きさは一般的に 0.01~10 ミクロンで、空気中で長時間にわたって浮遊し、他の物質と容易に反応し、改めて PM2.5 を生成することにもなる²⁾。北京市では、大気汚染に対する住民の関心が高まり、市環境保護局に寄せられた大気汚染の苦情の中で最も多かったのは調理による油煙であった (全体の 20.1%)²⁾。

世界保健機関 (WHO) の専門組織の国際がん研究機関 (IARC) は、2013 年 10 月 17 日に日本への飛来も問題となっている PM2.5 などを含む粒子状の大気汚染物質に

アスベスト、喫煙、コールドールなどと同等のリスクにあたる「発がん性がある」と正式に結論づけ、国際社会が早急に対策を取るよう求めた³⁾⁴⁾。

そこで、今回、著者は、PM2.5 の発生原因を把握するための研究の一環として、民家の食堂で焼き肉を行い、室内 PM2.5 を経時的に測定したので報告する。

方 法

一民家の食堂において、禁煙下で炭火網焼きによる焼肉を大人 4 名で行い、経時的に食堂内の PM2.5 を測定した。焼肉の材料として、牛肉 (カルビ、ロース、もも)、豚肉 (ロース) およびソーセージを使用した。

PM2.5 測定には、エアゾルモニター (Model 8532, 東京ダイレック, 東京) を用いた。PM2.5 は、1 分ごとの平均値で示した。また、風速は、微風速計 (ISA-80, 柴田科学, 埼玉) を用いて測定した。風速は 1 分間の平均値で示した。なお、各肉を自由に焼くことにした。肉ごとの PM2.5 測定は行わなかった。また各肉の消費量は計量しなかった。

図 1 に焼肉を行った食堂の間取り図を示した。PM2.5 測定器は、網焼き器から 1.5m 離れた地点に設置した。食堂から台所に向かってルーバーがあり、台所には換気扇が設置してある。焼肉中、テーブルから 2.35m 離れた地点に扇風機を設置し送風し、さらに窓 2 カ所と引き戸 1

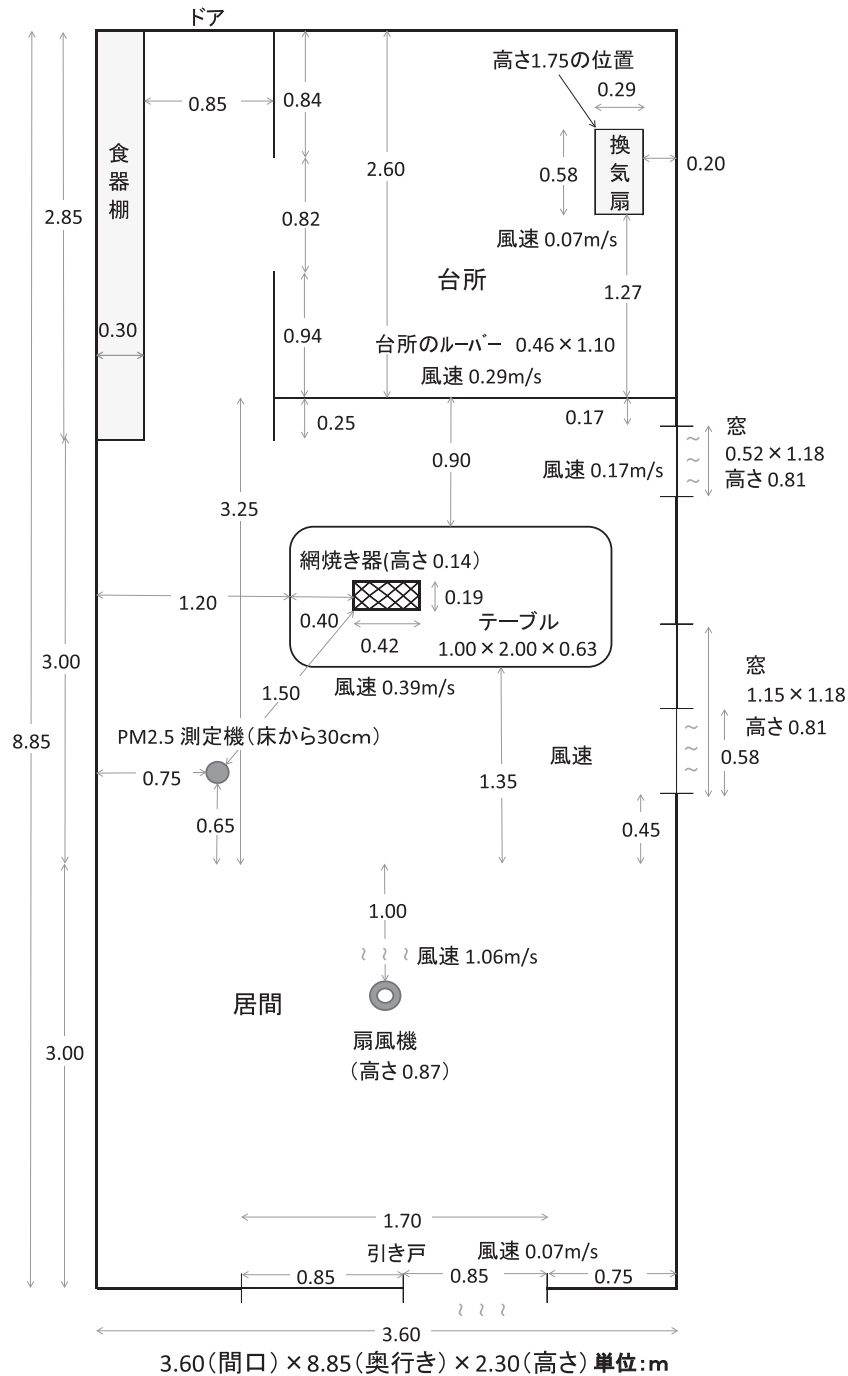


図1 焼肉を行った食堂の間取り図

カ所を解放した。

結 果

図2に焼肉による食堂内PM2.5の経時的変化を示した。食堂内PM2.5は、焼肉前には $0.007\text{mg}/\text{m}^3$ であった。網焼き器に屋外で前もって発火させた炭を入れるとPM2.5は $0.018\text{mg}/\text{m}^3$ に上昇した。焼肉開始後、PM2.5は最初の1分間の $0.047\text{mg}/\text{m}^3$ から急激に上昇し、終了時がピークで $18.4\text{mg}/\text{m}^3$ であった。焼肉中(24分間)のPM2.5の平均値は、 $10.621 \pm 5.159\text{mg}/\text{m}^3$ であった。終了後

PM2.5は急激に低下し、18分後に $1.000\text{mg}/\text{m}^3$ まで減少し、90分後に前値と同じ値に戻った。

焼肉中は煙のため視界が不良になり、また4名中2名が眼の痛みを訴えた。

扇風機、窓、換気扇等の風速は、 $0.07 \sim 1.06\text{m}/\text{s}$ であった(図1)。また焼肉開始時の食堂の室温は 25.8°C 、湿度は45%であった。

考 察

環境省⁵⁾では、PM2.5に関する注意喚起のための暫定的

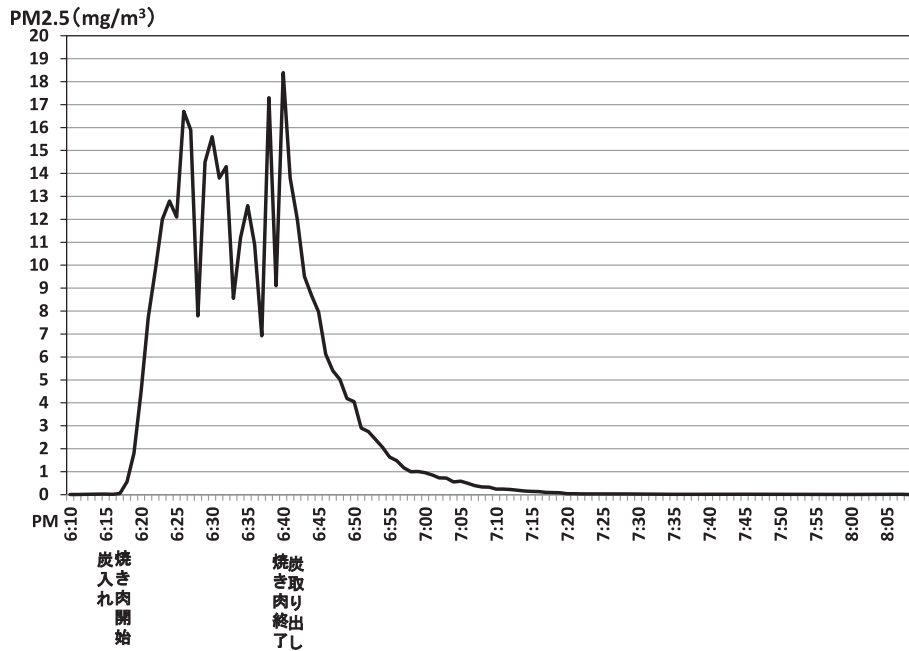


図2 焼肉による食堂内PM2.5の経時的変化

な指針を示し、環境基準を日平均値 $0.035\text{mg}/\text{m}^3$ 以下とし、日平均値 $0.070\text{mg}/\text{m}^3$ 超、日平均値を一日のなるべく早い時間帯に判断するための値として1時間平均値で $0.085\text{mg}/\text{m}^3$ 超 (レベル II) では、不要不急の外出や屋外での長時間の激しい運動をできるだけ減らすこと (高感受性者においては、体調に応じて、より慎重に行動することが望まれる) としている。

最近、日本喫煙学会⁶⁾は、喫煙によるPM2.5発生を取り上げ、自由喫煙の居酒屋などは、北京の最悪汚染時に匹敵するPM2.5になっているとし、居酒屋の利用者や従業員に注意を喚起している。しかし、居酒屋におけるPM2.5への焼肉の影響については言及していない。

そこで今回、民家の食堂において禁煙下で焼肉を行い、食堂内PM2.5の経時的変化を観察した。その結果、PM2.5は、焼肉前には $0.007\text{mg}/\text{m}^3$ であり、網焼き器に発火した炭を入れてもPM2.5は $0.018\text{mg}/\text{m}^3$ と、わずかに上昇したにすぎなかった。この結果から発火した炭自体には環境上大きな問題がないことがわかった⁵⁾。

しかし、焼肉開始後、PM2.5は急激に上昇し、ピーク値が $18.4\text{mg}/\text{m}^3$ に達した。焼肉中 (24分間) のPM2.5の平均値は $10.621\text{mg}/\text{m}^3$ と、極めて問題のある値であった。焼肉開始後1時間の平均値も $5.921\text{mg}/\text{m}^3$ であり、レベル II の値の69.7倍の極めて危険な値であった。焼肉中は煙のため視界は不良になり、眼の痛みを訴える者もいた。これらの結果は、焼肉によって高濃度のPM2.5が発生し、何らかの障害を引き起こすことを示唆している。したがって、特に長時間、繰り返し焼肉を行う可能性のある飲食店の従業員は、タバコだけでなく焼肉そのものによるPM2.5発生にも十分な注意を払い、防じんマスク

等を着用することが推奨される。

今回、PM2.5は、わずか24分間の焼肉であったにもかかわらず、焼肉終了後39分後にやっとレベル II の1時間値、42分後に環境基準値とそれぞれ同値まで低下し、前値と同じ値になるまでに90分を要した。今回の焼肉時には、網焼き器から換気扇や換気用の窓、引き戸がかなり離れていた。また、窓や引き戸の風速が $0.17\text{m}/\text{s}$ 以下で小さく、さらに換気を良くするため扇風機の風向を換気扇設置場所方向に向けたが、換気扇の風速も $0.07\text{m}/\text{s}$ と極めて小さかった。PM2.5測定終了後、換気扇のフードを点検し、目視で汚れがひどかったため清掃した結果、風速は $0.20\text{m}/\text{s}$ まで回復した。このように食堂の換気が悪かったことが、焼肉によるPM2.5の高度上昇持続に関与していたと考えられる。したがって、室内における焼肉時のPM2.5による障害を予防するためには、焼肉を単に適切な効果を持つ換気扇の近傍で実施することだけでなく、換気扇の効果を維持・管理するために定期的に換気扇の風速を測定し、清掃することが肝要であると考えられる。

今回は、牛肉、豚肉およびソーセージを自由に焼くことにし、またこれらの消費量を計測しなかったため、肉種、肉質や肉の量のPM2.5発生への影響については言及できなかった。さらに、焼肉を行う飲食店でPM2.5を測定することが期待される。またピークフローなどの健康影響指標や粉じん成分なども検討する必要がある。これらの点は今後の課題として残される。

謝辞：データの整理を手伝ってくれた奥村まゆみ氏に感謝の意を表す。

文 献

- 1) 蒔田一彦：中国PM2.5深刻化. 読賣新聞 2013年11月2日朝刊.
- 2) 如月隼人：北京市が屋台のバーベキューを禁止—飲食業PM2.5原因の13%. サーチナ 2013年9月18日. http://news.searchina.ne.jp/disp.cgi?y=2013&d=0918&f=national_0918_022.shtml, 2013/11/07.
- 3) WHO PM2.5に発がん性. NHK ニュース 2013年10月17日21時39分.
- 4) 石黒 穰：PM2.5, 大気汚染発がん性認定. 読賣新聞 2013年10月19日朝刊.
- 5) 微少粒子状物質 (PM2.5) に関する専門家会合：(6) 注意喚起のための暫定的な指針(まとめ). 最近の微少粒子状物質 (PM2.5) による大気汚染への対応 pp7 2013年2月. <http://www.env.go.jp/air/osen/pm/info/attach/report20130227.pdf>, 2013/11/11.
- 6) NPO 法人日本喫煙学会：【PM2.5の問題に関する日本喫煙学会の見解と提言】日本では国内の受動喫煙が最大のPM2.5問題です. 2013年2月13日. <http://www.nosmoke55.jp/action/1302pm25.html>, 2013/11/11.

別刷請求先 〒501-1194 岐阜市柳戸1-1
岐阜大学大学院医学系研究科産業衛生学分野
井奈波良一

Reprint request:

Ryoichi Inaba
Department of Occupational Health, Gifu University Graduate School of Medicine, 1-1, Yanagido, Gifu, 501-1194, Japan

Change of PM2.5 before, during and after Grilling Meat in a Dining Room at a Private House

Ryoichi Inaba

Department of Occupational Health, Gifu University Graduate School of Medicine

This study was designed to evaluate the generation of PM2.5 during grilling meat. Measurement of the changes in PM2.5 was performed before, during and after grilling meat by 4 persons in a dining room at a private house.

The results obtained were as follows:

1. After starting to grill the meat, the level of PM2.5 increased rapidly and reached up to 18.4 mg/m³ by the end of grilling. Mean level of PM2.5 during grilling meat for 24 minutes was 10.621 ± 5.159 mg/m³. After the end of grilling meat, the level of PM2.5 increased rapidly, but it took 90 minutes for the level of PM2.5 to return to the same level at the start of the measurement for defectiveness of the ventilation.

2. During the meat grilling, the view became poor with smoke and two out of the four persons complained of pain in the eyes.

These results suggest that effective ventilation and the wearing of the mask are necessary to prevent against PM2.5 generated during grilling meat.

(JJOMT, 62: 238—241, 2014)