

近畿大学大学院総合理工学研究科
 八尾市役所
 近畿大学大学院総合理工学研究科

学生員 ○竹下 聡一郎
 石子 雄典
 正会員 嶋津 治希

1. はじめに

PM2.5 は粒子系で規定した混合物であり、室内環境にも存在することから、室内空気汚染の新たな指標物質として関心が高まっている。PM2.5 は別名粒子状物質(Particulate Matter)といい、大気中に存在し、目に見えないくらい小さな粒子が浮遊している。PM2.5 は粒径が非常に小さいため(髪の毛の太さの 1/30 程度)、肺の奥まで入りやすく、呼吸器系への影響に加え、循環器系への影響が懸念されている。すなわち粒子状物質のクルマや焼却場などからでる人為的発生源を知る事が重要であるといえる。

近年日本で関心が高くなっている PM2.5 が、中国における春節祝祭に用いる花火からも排出されていることが判明している⁽¹⁾。そこで、日本の花火からも PM2.5 は排出しているかを調査し、若干の知見を行った。

2. 実験方法

花火燃焼前後の PM2.5 及び SPM の質量濃度を密閉された部屋において測定した。使用した部屋は近畿大学東大阪キャンパスの一室を使用した。縦幅約 5m, 横幅約 5m, 高さ 2.5m でおおよそ 62 m³の大きさになる。なお、部屋に備え付けの換気扇があったので、梱包クッション、ガムテープ、すきまシート、ビニールシートを用いて空気が出入りしないように換気扇を塞いだ。朝の 10 時から花火燃焼前実験を開始し 2 時間室内空気を吸引した。12 時半から花火燃焼後実験を行い、2 時間かけて捕集を行った。

PM2.5 及び SPM を捕集するため、ハイボリウムエアサンプラー(柴田科学(株)HV-500R)を 2 台部屋の隅に設置した。サンプラーの吸引速度は 500L/分に設定した。今回のフィルター上に粒子を捕集した濾紙は、スリット付フィルターと、バックアップフィルターの 2 種類である。

花火燃焼時に PM2.5、SPM が排出されていることを確認するために花火燃焼前実験をおこない、花火燃焼前後の濃度値を求め、花火から排出される PM2.5 および SPM の濃度を算出した(PM2.5, SPM どちらも同様の式を利用して求めた。)燃焼前実験が終わった後に共にエアサンプラーの前で花火の燃焼後実験を行った。1 回の実験において使用した花火は 2 つである。

花火の種類は 4 種類になる。使用した花火の詳細は表 1 の下記に示す。1 種類につき、10 回実験を行い平均値を算出した。

大気中の質量濃度 C(ug/m³)は、実験後にフィルター上で捕集した粒子状物質の質量 M₂(ug)から、対照実験を行った際にフィルター上で捕集した粒子状物質の質量 M₁(ug)を引き、V の大気吸引量(m³)で除することで求めることができる。

表-1 花火のデータ

	重量(g)*	燃焼時間(秒)
花火A	0.16	41
花火B	0.3	216
花火C	0.32	68
花火D	6.55	72

*花火の重量に関しては燃えている部分のところを指す。

3. 実験結果及び考察

4 種類の花火の PM2.5 及び SPM の質量濃度を求めた。表 2 に PM2.5 についての測定結果、表 3 に SPM についての測定結果を下記に示す。

表—2 PM2.5 の質量濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

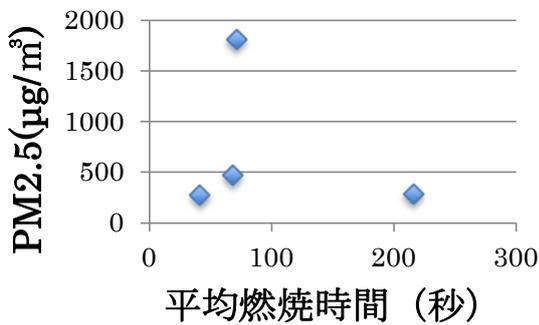
	燃焼前	燃焼後	前後差
花火A	17(7.9)	274(37)	257(46)
花火B	13(5)	283(63)	270(62)
花火C	15(9.2)	465(26)	450(31)
花火D	13(5.1)	1819(1176)	1807(362)

表—3 SPM の質量濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

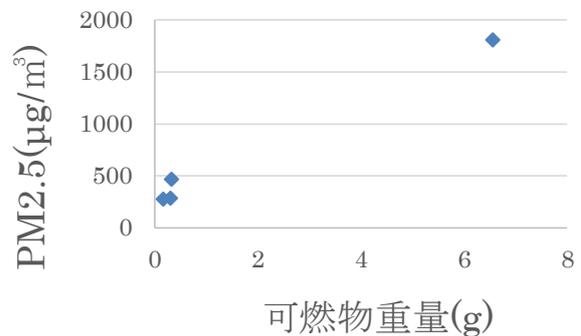
	燃焼前	燃焼後	前後差
花火A	17(7.1)	316(36)	299(40)
花火B	11(6)	313(117)	302(119)
花火C	17(9.8)	485(31)	468(27)
花火D	14(4.6)	1723(1120)	1709(341)

*表 2 及び表 3 の括弧内の値は標準偏差のことを指す

実験前の検討では、燃焼時間の長さに比例して PM2.5 及び SPM を多く排出すると予想したが、上記の表より燃焼時間と PM2.5 の質量濃度の関係を表したところ(図-1)、燃焼時間が長くなっても質量濃度が高くなるという結果にはならなかった。今回の実験からでは燃焼時間と排出量には相関関係をみることはできなかった。



図—1 PM2.5 と平均燃焼時間の相関関係



図—2 PM2.5 と可燃物重量の相関関係

実験前の予想と実験後の結果を受けて、花火の種類によって排出量が違う理由及び PM2.5 と SPM の比率について考察を進めた。燃焼前実験は 40 回行った結果、調和平均により SPM に対して PM2.5 が比率 0.875 という値になった。それに対して燃焼後実験は花火 B 以外は比率が 0.9 という結果になり、若干高い値となった。他の人為的発生源である自動車、焼却施設の PM2.5 と SPM の調和平均を算出したところ、0.7~0.8 という結果となり²⁾、今回の実験に限っては花火が高い結果が得られた。排出量の違いについては花火の可燃物重量と質量濃度に関係性があるのではないかと予想し、上記の図-2 に示す。燃焼時間と PM2.5 を比べると、可燃物重量が重いほど質量濃度が高くなる傾向がみられた。

4. まとめ

本研究の対象とした花火から PM2.5 及び SPM の排出を確認することができた。自動車や焼却施設の PM2.5 と SPM の調和平均比率を算出したところ、本研究の対象花火が PM2.5 の割合が高い結果がでた。質量濃度の結果から PM2.5 を排出しているのは燃焼時間よりも可燃物重量の方に影響を受けていると推察される。

参考文献

1. 井奈波 良一, 田中 耕(2014)「花火と大気粒子状物質」『日職災医誌』, 62:94-95, 2014
2. 内田悠太, 石井康一郎, 上野広行, 横田久司, 秋山薫(2013)「2010 年におけるトンネルを利用した自動車による揮発性有機化合物, 窒素酸化物, 微小粒子状物質(PM2.5)の排出実態調査, 2001 年との比較」, 『大気環境学会誌』, 48(3), 2014