

PM<sub>2.5</sub>成分の日内変動調査について

岡 恭子・藤田 大介・竹内 靖子・吉川 昌範

Day Fluctuation of PM<sub>2.5</sub> Component

Kyoko OKA, Daisuke FUJITA, Yasuko TAKEUCHI, Masanori YOSHIKAWA

## 1. はじめに

PM<sub>2.5</sub>の発生については、様々な発生源が考えられるが、一つに、大気中の化学物質の光化学反応による生成がある。光化学反応が起こりやすい昼間は、大気中のガス状汚染物質からの光化学反応による二次生成によって、PM<sub>2.5</sub>濃度が高くなる可能性があると考え、昼間と夜間に分けてPM<sub>2.5</sub>濃度および成分を測定し、考察を行った。

## 2. 方法

## 2. 1 調査日および調査地点

調査は、市街地である福井局（大気汚染常時監視福井観測局：福井市豊島 2-5-26）で実施した。また、日射量データは福井局近くにある福井地方気象台のデータを使用した。（図1）



図1 測定地点

調査期間を表1に示す。光化学反応は、気温が高く、日射量が多いほど活性化すると考え、主に夏季（8月、9月）に行った。また、1度、春季にも行った。

光化学反応が活性化するとと思われる昼間を6:00～18:00、夜間を18:00～6:00として、12時間サンプリングを、7日間連続で行った。

また、H29年8月19日の6:00から22日の6:00までの間は、光化学反応の前駆物質となるとと思われる揮発性有機化合物(VOCs)の調査もあわせて行った。

## 2. 2 採取および分析法

PM<sub>2.5</sub>の成分分析方法は環境省の「大気中微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)成分測定マニュアル」<sup>2)</sup>に準拠した（炭素成分は

IMPROVE条件）。

VOCsの調査は、環境省の「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」<sup>2)</sup>に準拠し、パッシブサンプラーを用いた容器（キャニスター）採取-GC/MS法で実施した。分析対象物質は、住友精化株式会社のHAPs-J52（有害大気汚染物質測定用標準ガス）、PAMS-J58（光化学スモッグモニタリングステーション用）の97種とした。

表1 調査期間

H26 夏季	H26. 9.22(月)6:00～ 9.29(月)6:00
H27 夏季	H27. 8. 8(土) 6:00～ 8.15(土) 6:00
H28 春季	H28. 3.29(火) 6:00～ 4. 5(火) 6:00
H28 夏季	H28. 8.10(水) 6:00～ 8.17(水) 6:00
H29 夏季	H29. 8.15(火) 6:00～ 8.22(火) 6:00

## 3. 結果および考察

## 3. 1 自動測定機との比較

福井局におけるPM<sub>2.5</sub>常時監視データ（自動測定機：HORIBA APDA-3750A、1時間値の12時間平均値）と成分分析の質量濃度とを比較した。その結果を図2に示す。全体的に自動測定機の方が、濃度が高く、特に昼間の方がより高め傾向にあったが、よい相関関係にあった。

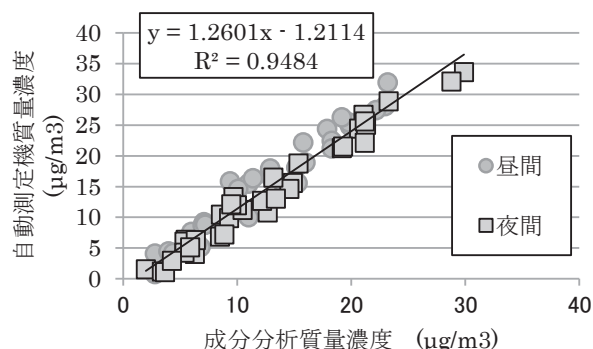


図2 自動測定機と成分分析の質量濃度の関係

## 3. 2 成分濃度と成分組成

PM<sub>2.5</sub>の主成分の分析結果（濃度と成分組成）を図3に示す。また、主に光化学反応によって生成する物質として、光化学オキシダント(Ox)があり、その主成分はオゾンである。そこで、福井局のオゾン濃度（自動測定機：東亜 DKK GUX-253、GUX-313B(2016年3月に機種変更)）も併せて示した。

オゾン濃度は、昼間高く夜間低くなる傾向にあったが、PM<sub>2.5</sub>では、顕著にそのような傾向がみられた成分はなかった。

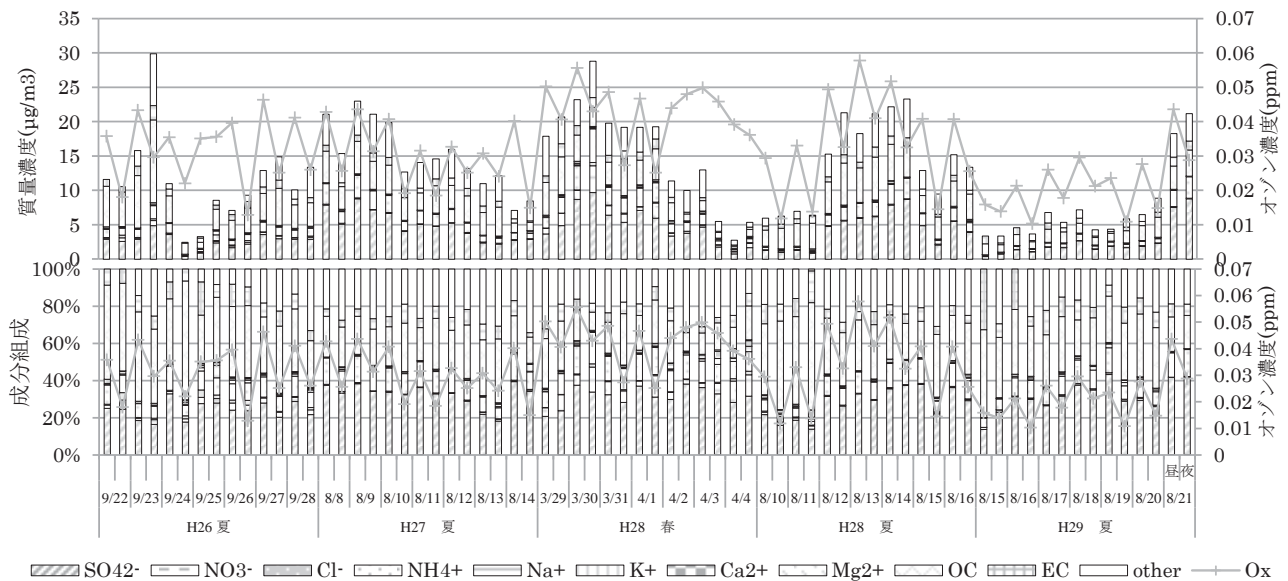


図3 調査期間中のPM<sub>2.5</sub>中の主成分濃度と組成

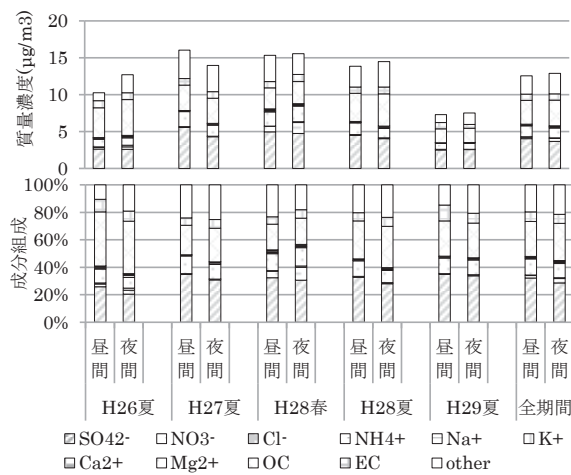


図4 PM<sub>2.5</sub>中の平均主成分濃度と組成

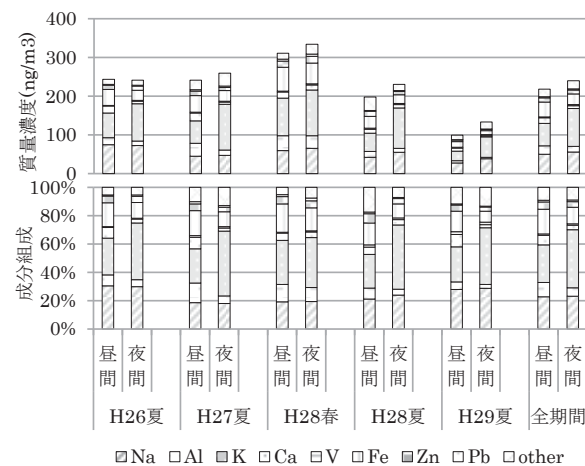


図5 PM<sub>2.5</sub>中の平均無機元素成分濃度と組成

図4、5に、各調査期間と全調査期間のPM<sub>2.5</sub>の主成分と無機元素成分の昼間と夜間の平均濃度と組成を示す。

質量濃度は、昼間の方が高い傾向にはなかった。硫酸イオンは、濃度も組成比も昼間の方が夜間よりもやや高い傾向にあったが、大きな差はみられなかった。降雨が大気中濃度に影響を及ぼすことから、その影響を除くため無降雨時における平均濃度・組成も算出して比較したが、傾向は変わらなかった。

無機元素成分では、夜間にカリウム(K)が高い傾向にあった。また、春季調査時よりも、夏季調査時の方が昼夜のカリウム濃度差が大きかった。カリウムは、廃棄物焼却や野焼きの指標成分とされている。また、火薬に使用される硝酸カリウムの成分である。夏季の夜間に高濃度になった場合が多かったことから、花火の影響の可能性があったとも考えられた。硝酸も夜間に高濃度になる傾向にあったが、春季の方が昼夜の濃度差が大きかった。硝酸は、気温が低い方が粒子化しやすいため、気温が低くなる春季や夜間に高濃度であったと考えられる<sup>3)</sup>。

### 3.3 日射量との関係

日射量が二次生成に関係すると考えられることから、各昼間の成分濃度と、福井局近くの福井気象台の全天日射量との相関係数を求めた。その結果、有機炭素成分(OC)濃度との相関係数は0.5で日射量が多いほどOC濃度が高い傾向にあった(図6)。

PM<sub>2.5</sub>中のOCと日射量の相関関係は、日射量によって光化学反応が強くなることや、日射量がOCの前駆物質となる植物起源VOCsの発生量に影響を及ぼすことなどが考えられるが、ばらつきが大きく明確ではなかった。

### 3.4 風向との関係

昼夜における風向の影響を検討した。福井局は、図1に示すとおり、北側で日本海に面する福井平野内にある。図7に、調査期間中の風配図(1時間の最頻値)を示す。昼間は主に北よりの風が、夜間は主に南よりの風が多いため、

PM<sub>2.5</sub>の昼夜における質量濃度や成分組成の差は、風向による影響も受けていたと考えられた。

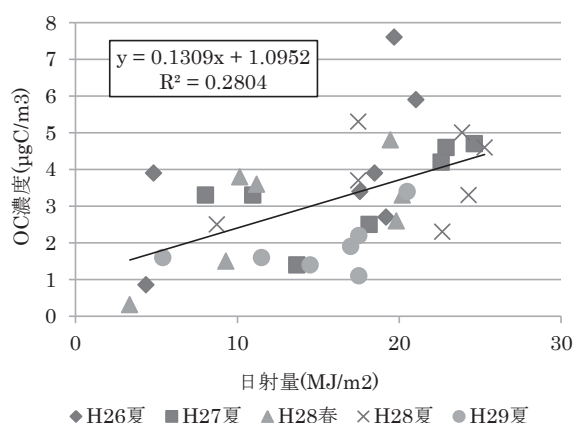


図6 日射量とOC濃度との関係

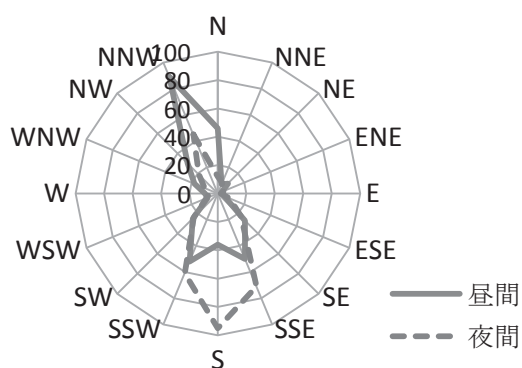


図7 調査期間中の風向

### 3.5 VOCsとの関係

調査期間中は、VOCsの中でも、エタン、イソブタン、トルエンの濃度が高かった。この3物質の濃度と、福井局の非メタン炭化水素濃度（自動測定機：ラウンドサイエンス AG-205、1時間値の12時間平均値）を図8に示す。また、図9に、全97種の合計濃度(TVOCs)と、PM<sub>2.5</sub>質量濃度、OC濃度を示す。

VOCsは、夜間に高く昼間に低い傾向にある物質が多かった。夜間は、混合層高度が低くなる、風速が弱くなるなど、気象の要因でVOCsが高濃度になることが報告されている<sup>4)</sup>。実際に、調査期間中の平均値は、昼：2.1m/s、夜1.2m/sであり、夜間は拡散による希釈が起こりにくかったと考えられる。このような中で、PM<sub>2.5</sub>中のOC濃度や質量濃度との相関がみられそうな物質はなかった。

## 4. まとめ

福井局（市街地）において、昼間と夜間別のPM<sub>2.5</sub>の成分分析を行った。硫酸イオンは濃度も組成比も昼間の方が夜間よりもやや高い傾向にあったが、大きな差はみられなかった。また、無降雨時の平均濃度・組成についても同様の傾向にあった。

昼夜別のPM<sub>2.5</sub>濃度・組成は、日射量の差による光化学

反応の差だけでなく、風向等の気象条件も複雑に関係してくるため、二次生成の影響がみえにくかったと考えられた。

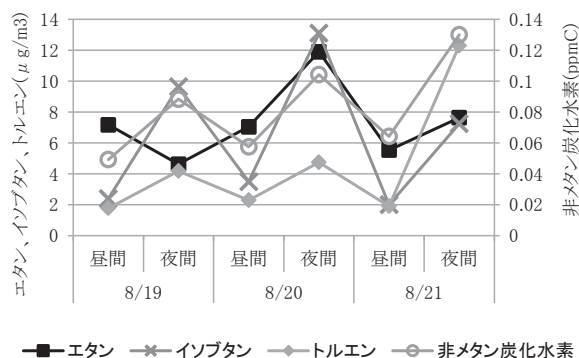


図8 VOCs高濃度物質の推移

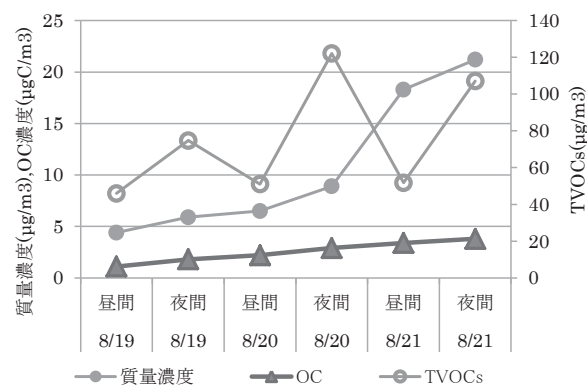


図9 VOCsとPM<sub>2.5</sub>の関係

## 謝辞

本研究は、文部科学省「特別電源所在県科学技術振興事業費補助金」により実施したものであり、御協力を賜りました関係者の方々に感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 環境省：大気中微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）成分測定マニュアル（平成24年4月）
- 2) 環境省：有害大気汚染物質測定方法マニュアル（平成23年3月）
- 3) 岡恭子 他：福井県におけるPM<sub>2.5</sub>成分組成の地域特性について、福井県衛生環境研究センター年報，14，69-74(2015)
- 4) 内田悠太 他：東京都における夏・冬季の揮発性有機化合物濃度変動について、東京都環境科学研究所年報，43・50，(2012)