

## 花火・ヨシ焼きによる汚染影響について

飯島 史周, 齋藤 由実子, 篠崎 絵美, 石原島 栄二

栃木県保健環境センター

### Influence of outdoor-pollution caused by fireworks and reed-burning in the Watarase retarding

Fumichika Iijima, Yumiko Saito, Emi Shinozaki, Eiji Ishiharajima

Tochigi Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science,  
2145-13 Shimookamotocho, Utsunomiya, Tochigi 329-1196, Japan

#### 1. はじめに

微小粒子状物質(PM<sub>2.5</sub>)は、大気中に浮遊する粒径 2.5 μm 以下の微細な粒子であり、平成 25 年 1 月に、中国都市域における汚染や、国内への越境流入について報道で大きく取り上げられ、国民の関心が高まった。PM<sub>2.5</sub> は工場、発電所、野焼き、船舶、飛行機、自動車などの人為的な発生源や、自然界からの放出、大気中などでの化学反応により発生することが知られている。また PM<sub>2.5</sub> の健康影響については、1993 年に公表されたハーバード 6 都市研究<sup>1)</sup>と 1995 年に公表されたアメリカ対がん協会研究<sup>2)</sup>によって、PM<sub>2.5</sub> の曝露は全死亡リスク、とりわけ心血管疾患や虚血性心疾患による死亡のリスクを増加させると報告されている。

そのため PM<sub>2.5</sub> は、環境基本法第 16 条により人の健康を適切に保護するために維持されることが望ましい水準として、環境基準を年平均値 15 μg/m<sup>3</sup> 以下、かつ、日平均値の年間 98% 値 35 μg/m<sup>3</sup> 以下と規定されている。

栃木県においては県内の PM<sub>2.5</sub> 濃度を把握するために、平成 29 年 3 月現在、一般環境測定局 (以下、「一般局」という。) 12 局、及び自動車排出ガス測定局 (以下、「自排局」という。) 2 局 (ただし、うち各 1 局は宇都宮市設置) の計 14 局に PM<sub>2.5</sub> 自動測定機を設置し、大気中の PM<sub>2.5</sub> 濃度を 1 時間ごとに測定している。平成 27 年度からは継続して環境基準を達成しており、PM<sub>2.5</sub> 濃度は県内全域で減少傾向にある。

一方で、県内において比較的高濃度化する頻度が高い真岡市で成分分析を実施している。加えて、ヨシ焼きや花火大会など局所的な発生源の影響について調べるため、常時監視局のテーブろ紙を用いてイオン成分分析を実施している。

本発表では、平成 25 年度から 28 年度までのヨシ焼き、花火大会、しば焼きが行われた日に係る PM<sub>2.5</sub> 濃度と成分の変化について報告する。

#### 2. 方法

調査は、平成 25 年 4 月から平成 29 年 3 月までの期間を対象とし実施した。真岡市における調査では、四季調査期間(四半期ごと 2 週間)について、水溶性イオン成分、炭素成分、金

属成分測定を行った。県内 12 地点の一般局については、ヨシ焼き、花火大会、しば焼きが行われた日の内、濃度の上昇が見られた時間のテーブろ紙について水溶性イオン成分分析を行った。得られた成分分析結果及び PM<sub>2.5</sub> 濃度について、県内の地形と気象から検討を行った。

#### 3. 結果と考察

平成 28 年 7 月 23 日に真岡市で行われた花火大会時の PM<sub>2.5</sub> 中の水溶性イオン成分濃度の経時変化を図 1 に示す。

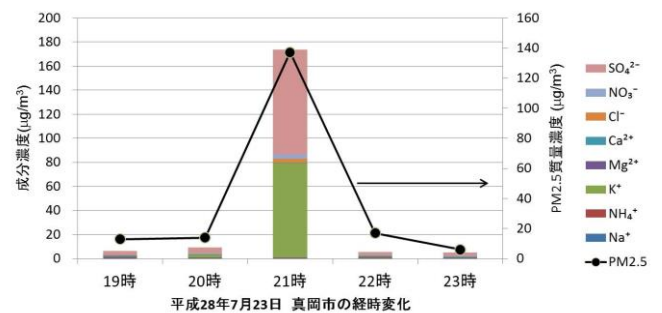
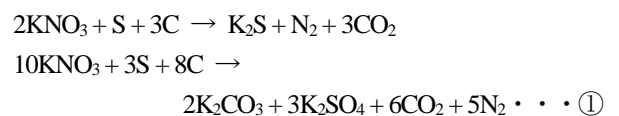


図 1 花火大会における水溶性イオン成分の経時変化

図 1 から時間の経過に伴い、PM<sub>2.5</sub> 濃度が上昇するとともに、水溶性イオン成分中の硫酸イオンとカリウムイオンの顕著な増加が観測された。これは次式①に示す黒色火薬の化学反応による反応物である硫酸カリウムの生成に由来するものと考えられた。



また金属成分(Na, Al, K, V, Cr, Fe, Pb, Ti, Mn, Cu, Ba)について、平成 27 年度夏季調査時の平均値と花火大会のあった平成 27 年 8 月 1 日、平成 26 年 7 月 26 日の分析結果を図 2 に示す。図 2 から花火大会に伴う顕著な K の増加が確認された。また Na, Al, Cu, Ba についても顕著な増加が見られ、その原

因として花火の炎色反応に使用される硝酸塩・炭酸塩等の影響によるものと推察された。

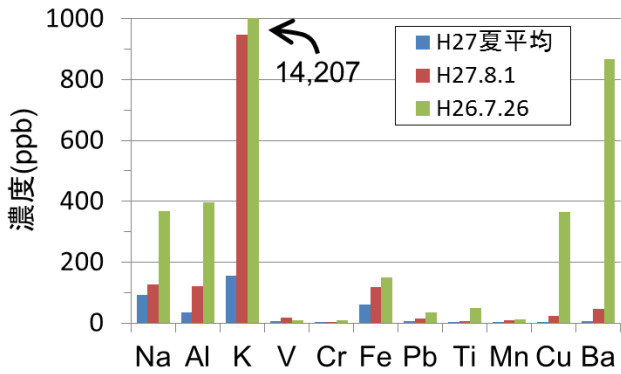


図2 花火によるPM2.5中金属成分への影響

渡良瀬遊水地でヨシ焼きが行われた平成27年3月22日の栃木県内8地点のPM2.5濃度の経時変化を図3に示す。当日8:30にヨシ焼きが始まったのち、時間の経過に伴い近隣の地域である小山市・栃木市、ついで鹿沼市で順に濃度上昇が観測された。成分分析測定の結果から、栃木・小山で捕集されたPM2.5の水溶性イオン成分の性状は類似していたが、他の地点では移動に伴い、成分組成比に変化が観測された。

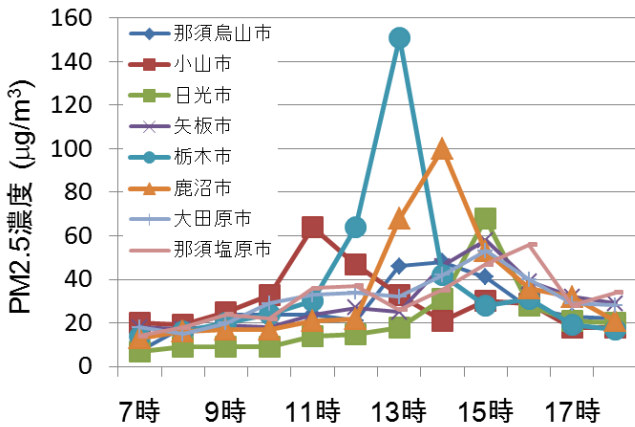


図3 ヨシ焼きによるPM2.5濃度の経時変化

一方で、栃木市の北に位置し、濃度上昇が確認された鹿沼市では、栃木で観測されたPM2.5のNO<sub>3</sub>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>比が1.08(ピーク時)であったのに対し、NO<sub>3</sub>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>比0.059と明らかな違いが見られ、発生源が異なることや移動に伴いNO<sub>3</sub>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>比を変化させる要因の存在が示唆された。県外からの移流が考えられたことから、当日の鹿沼市での後方流跡線解析を行い、その結果を図4に示す。鹿沼市には大陸からの気塊の移流が見られ、渡良瀬遊水地方向からの流入の影響が少ないことが示唆された。鹿沼市で観測されたPM2.5濃度上昇は、越境による大気汚染の影響を受けていると考えられた。

また移動に伴う乾性沈着速度について、ガス化した硝酸の沈着速度が粒子に比べ大きいことから、沈着面近傍において平衡移動が生じ、ガス化が促進されたものと考えられ、見かけ上の沈着速度が速くなることが考えられた。そのため、NO<sub>3</sub>の沈着速度はSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>に比べて速く、また山間部では山の斜面や

樹木への乾性沈着の寄与が大きくなり、NO<sub>3</sub>/SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>比が小さくなったものと考えられた。

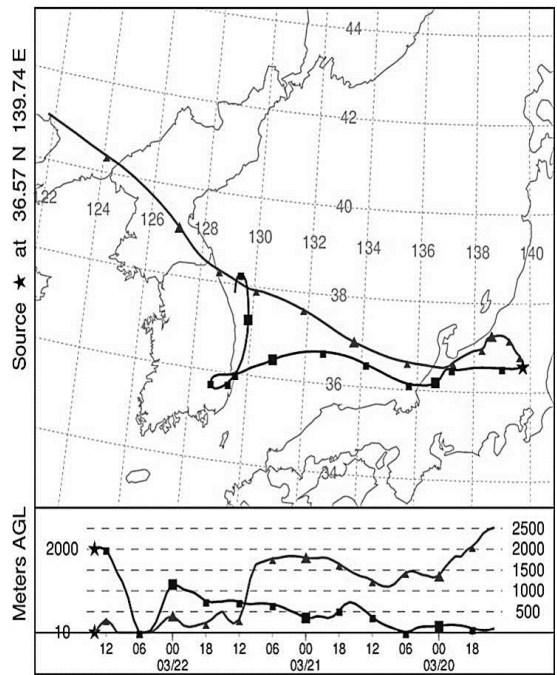


図4 平成27年3月22日の後方流跡線解析

また平成29年1月29日は県内の複数地点でしば焼きが実施されており、それに伴うPM2.5濃度の上昇が観測された。当日のPM2.5濃度の経時変化を図5に示す。当日は小山市、下野市、大田原市でしば焼きが行われており、しば焼きが行われた近隣地域である小山市、大田原市、那須塩原市で濃度上昇が見られた。

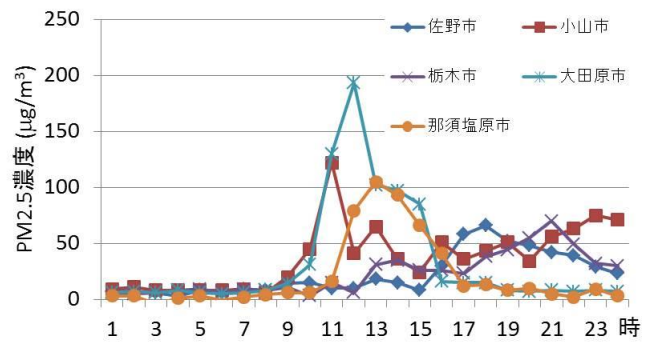


図5 しば焼きの日のPM2.5濃度の経時変化

引用文献

- (1) Dockery DW, et al: An association between air pollution and mortality in six U.S. cities, *N Engl J Med.*, **329**, 1753-1759 (1993).
- (2) Pope CA, et al: Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults, *Am J Respir Crit Med.*, **151**, 669-674(1995).