6.2　PM2.5成分組成の推移

6.2.1　解析期間・地点

本調査会議では、四季を対象としたとりまとめは平成27年度調査結果から行っていることから、経年変化の解析は平成27～29年度を対象にした。使用したデータは、各年度のPM2.5成分調査結果のうち、各季節のコア期間（表6-2-1）のPM2.5質量濃度、イオン成分、炭素成分の濃度データである。対象地点は3年間継続調査地点とし、表6-2-2に示す21地点である。ただし、さいたまおよび横浜に関しては、27年度と28年度以降で測定局が異なるため27年度は対象外とした。

表6-2-1　解析対象期間

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 年度 | 春季 | 夏季 | 秋季 | 冬季 |
| H27 | 5月11日～5月18日 | 7月27日～8月 3日 | 10月26日～11月 2日 | 1月25日～2月 1日 |
| H28 | 5月 9日～5月16日 | 7月25日～8月 1日 | 10月24日～10月31日 | 1月23日～1月30日 |
| H29 | 5月15日～5月22日 | 7月24日～7月31日 | 10月23日～10月30日 | 1月22日～1月29日 |

表6-2-2　解析対象地点

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 都県 | 地点名 |  | 都県 | 地点名 |
| 茨城県 | 土浦 |  | 神奈川県 | 大和 |
| 栃木県 | 真岡 |  |  | 横浜※ |
| 群馬県 | 前橋 |  |  | 川崎 |
| 埼玉県 | 鴻巣 |  |  | 相模原 |
|  | さいたま※ |  | 山梨県 | 甲府 |
| 千葉県 | 市原 |  | 長野県 | 長野 |
|  | 勝浦 |  | 静岡県 | 富士 |
|  | 富津 |  |  | 湖西 |
|  | 千葉 |  |  | 静岡 |
| 東京都 | 綾瀬 |  |  | 浜松 |
|  | 多摩 |  |  |  |
| ※　調査地点が異なるためH27年度は対象外 |

6.2.2　結果

（1)　PM2.5組成の経年変化

　年度毎の各成分の平均濃度を図6-2-1に、各成分の割合を図6-2-2に示す。図6-2-1において、OthersはPM2.5質量濃度からイオン成分と炭素成分の合計値を差し引いて求めており、棒グラフの積算値がPM2.5質量濃度に相当する。PM2.5成分調査は期間が限定されているため（コア期間7日×4季節）、その年度の平均的な状況を必ずしも表しているとは限らない。そこで、図6-2-1には参考として環境基準の評価に用いるPM2.5年平均値も合わせてプロットした。

図6-2-1を見ると、いずれの地点ともPM2.5質量濃度は27年度が最も高く、28、29年度はそれよりも低い値となっている。成分としてはSO42-およびOCが多い。PM2.5年平均値と成分調査コア期間中のPM2.5質量濃度を比較すると、27年度は全地点で年平均値を上回っており、多くの地点で+3μg/m3以上の差があった。もっとも差が大きかったのは、富津で+8.3μg/m3であった。すなわち、27年度のコア期間は、特に濃度が高い時期に該当していたことが分かる。この要因については次節で述べる。逆に、28、29年度は年平均値よりも同程度か低かった。したがって、各成分の濃度値で経年変化を議論するには注意が必要である。

図6-2-2を見ると、割合が大きい成分はSO42-とOCであり、どの地点も共通していた。次いで割合が大きいのはNH4+、NO3-、ECであったが、これら3成分の大小関係は地点によって異なっていた。27年度のSO42-の割合が若干高い地点はいくつかあるが、年平均組成としては3年間の中では経年的な変化傾向は見られなかった。





図6-2-1　平成27～29年度の成分調査コア期間における各地点のPM2.5組成（濃度）

　図中プロットは自動測定機による年平均値（通年データ）を示す



図6-2-2　平成27～29年度の成分調査コア期間における各地点のPM2.5組成（割合）

（2）　季節毎の経年変化

PM2.5組成は季節によって大きく異なることから、ここでは季節毎の経年変化について検討する。図6-2-3に全地点の季節別平均組成の濃度および割合の推移を示す。なお、図6-2-3左図に示した線は、年度毎のPM2.5年平均値の全地点平均である（27年度12.7 μg/m3、28年度 11.4μg/m3、29年度11.0 μg/m3）。

図6-2-3左図をみると27年度夏季のSO42-濃度（9.9 μg/m3）が突出して高い。前述（図6-2-1）の27年度の年間濃度が高かったのは、この夏季の高濃度が大きく影響している。この期間中、広域的なPM2.5高濃度事象が発生しており、関東平野を中心に光化学オキシダント濃度も高く、二次粒子生成が盛んな状況であった。事象の詳細については平成27年度調査報告書1)を参考にされたい。図6-2-3右図および表6-2-3に示す各成分の割合をみると、多い成分は、春はSO42- 25～28％、OC 18～22％、夏はSO42-26～39％、OC 14～26％、秋はOC 28～30％、冬はOC 20～24％、NO3- 16～17％、SO42- 14～18％であった。27年夏季のSO42-割合は39％と高いが、これは広域高濃度事象によるもので、例外的である。季節によって最も割合の大きい成分は異なるが、割合の変動幅は数％程度であり、この3年間については経年変化の傾向は見られなかった。

図6-2-4には、沿岸部と内陸部で区分（第2章参照）した場合の季節別平均組成の推移を示す。両者を比較すると、どの季節もSO42-割合は沿岸部＞内陸部、NO3-の割合は内陸部＞沿岸部となっており、地域の特徴が見られている。しかし、経年変化という観点では、図6-2-3と同様に傾向は見られなかった。



図6-2-3　全地点の季節別PM2.5組成の変化　（左：濃度、右：割合）

左図中の線はPM2.5年平均値（自動測定機データ、全地点平均）を示す

表6-2-3　全地点の季節別PM2.5濃度に対する各成分の割合

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 季節 | 年度 | Cl- | NO3- | SO42- | NH4+ | OC | EC |
| 春 | 27 | 0.2% | 4% | 28% | 11% | 18% | 6% |
|  | 28 | 0.4% | 4% | 25% | 9% | 22% | 6% |
|  | 29 | 0.2% | 6% | 27% | 12% | 19% | 5% |
| 夏 | 27 | 0.1% | 1% | 39% | 14% | 14% | 5% |
|  | 28 | 0.3% | 2% | 26% | 10% | 25% | 7% |
|  | 29 | 0.3% | 2% | 28% | 10% | 26% | 7% |
| 秋 | 27 | 1% | 5% | 16% | 7% | 28% | 9% |
|  | 28 | 2% | 9% | 13% | 8% | 30% | 9% |
|  | 29 | 2% | 9% | 12% | 7% | 30% | 10% |
| 冬 | 27 | 2% | 17% | 18% | 12% | 20% | 9% |
|  | 28 | 3% | 16% | 14% | 10% | 24% | 9% |
|  | 29 | 4% | 16% | 17% | 12% | 22% | 7% |



図6-2-4　沿岸部（左）および内陸部（右）の季節別PM2.5組成割合

 （3）　主要成分の濃度ランク別ヒストグラム

PM2.5に占める割合が高かったSO42-、NO3-、OCについて、個別データを用いて年度毎、季節毎に濃度ランク別のヒストグラムを作成した（図6-2-5～6-2-7）。

SO42-（図6-2-5）は、春は他の季節に比べて濃度範囲が広く、28年度は低濃度側にシフトしたが、29年度は27年度と同様のヒストグラムになっている。夏の27年度は広域高濃度事象のため高い濃度ランクに偏っていた。秋および冬は、27年度から29年度にかけて3 μg/m3より大きい濃度ランクの頻度が減り、1 μg/m3以下の低濃度ランクの頻度が増えていた。

NO3-（図6-2-6）は、気温が高いと粒子化しにくいため、春および夏はほとんどのデータが1 μg/m3以下の濃度ランクにある。秋も夏ほどではないが、1 μg/m3以下が多く、春、夏、秋は年度の違いは見られない。一方で、冬については27年度に比べて1～4 μg/m3の濃度ランクの頻度が減り、1 μg/m3以下の頻度が増えていた。

OC（図6-2-7）については、年度の違いは比較的小さいが、春以外は低濃度側にシフトしていた。特に冬は27年度から29年度にかけて連続して低濃度側にシフトしており、29年度は大部分のデータが2 μg/m3以下であった。

以上のように成分や季節によってヒストグラムの経年変化は一様ではなかったが、少なくとも増加傾向にはなかった。27年度夏のように高濃度事象が発生すると高濃度ランクの頻度が増えるが、全体的には高濃度ランクの頻度は減っている状況であった。また冬は3成分とも低濃度側にシフトしていた一方で、春に関してはいずれの成分とも明確な変化は見られなかった。



図6-2-5　SO42-の濃度ランク別ヒストグラム（x軸：濃度［μg/m3］、y軸：n数）

 

図6-2-6　NO3-の濃度ランク別ヒストグラム（x軸：濃度［μg/m3］、y軸：n数）

 

図6-2-7　OCの濃度ランク別ヒストグラム（x軸：濃度［μg/m3］、y軸：n数）

（4）　まとめ

PM2.5成分調査は調査期間が限定されているため、高濃度事象の有無に大きく影響され、今回のデータからだけでは経年傾向を把握するのは困難であった。今回対象とした27～29年度の3年間に関しては、高濃度事象があった場合を除き、組成割合は、地点別にみても季節別にみても明確な変化傾向は見られなかった。優勢成分SO42-、NO3-、OCの日単位データを解析したところ、この3年間で各成分の高濃度ランクの頻度が減っている状況であり、特に冬については低濃度側にシフトしている状況であった。これらの結果から、6-1章で示されたPM2.5濃度が低下傾向にあることに対しては、ある特定の成分が減少したのではなく、各成分が少しずつ減ったことによるものと考えられる。

PM2.5組成の経年傾向をより詳細に把握するためには、データをさらに蓄積して長期的な解析が必要であるとともに、調査期間が限られているPM2.5成分データの年代表性をどう評価するかも課題である。

参考文献）

1)　 関東地方大気環境対策推進連絡会浮遊粒子状物質調査会議，平成27年度浮遊粒子状物質合同調査報告書　関東におけるPM2.5のキャラクタリゼーション（第8報），平成29年3月，pp.84-86.