4.3　PM2.5高濃度事象の詳細解析（夏季）

4.3.1　解析方法

解析対象は表4-1-3に示した主なPM2.5高濃度事象のうち7月に発生した事象であり、解析期間は2018年7月14～21日とした。なお、解析対象地点等の詳細については、PM2.5高濃度事象の詳細解析（4月）（4.2節）と同様にして解析を行った。

4.3.2　高濃度の発生状況

対象期間におけるPM2.5 日平均値の濃度分布を図4-3-1に示す。15日から日平均値25 μg/m3を超える地点が点在し始め（17地点）、16日は東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県等の平野部および静岡県東部を中心に25 μg/m3を超過する地点が広範囲に広がり、25 μg/m3超過地点は17地点から65地点に増加した。17日も高濃度域は継続し、栃木県および茨城県北部にも広がった。18日には、埼玉県を中心とした58地点で25 μg/m3を超過し、高い濃度域は継続した。同日、神奈川県、千葉県、茨城県南部および静岡県東部では濃度は低下した。19日には平野部の濃度は低下した一方で、栃木県、群馬県、埼玉県西部の関東内陸部および山梨県、長野県で25 μg/m3を超過した。本事象で35 μg/m3を超過したのは、7月16～18日に静岡県で1地点、20日に長野県で1地点だけであったが、25 μg/m3を超過する比較的高い濃度が広域的に数日間にわたり継続した状況であった。

|  |  |
| --- | --- |
| \\S-EIKANKEN04\s-eikanken-3F\大気環境係\R1(2019)年度\R1関東PM\関東PM（高濃度事象常時監視data）\見え見え君_PM2.5日平均値\画面キャプチャー\04_見え見え君用_PM25日平均値(2018) _7_14_09_50_32.jpg | \\S-EIKANKEN04\s-eikanken-3F\大気環境係\R1(2019)年度\R1関東PM\関東PM（高濃度事象常時監視data）\見え見え君_PM2.5日平均値\画面キャプチャー\04_見え見え君用_PM25日平均値(2018) _7_14_09_50_33.jpg |
| \\S-EIKANKEN04\s-eikanken-3F\大気環境係\R1(2019)年度\R1関東PM\関東PM（高濃度事象常時監視data）\見え見え君_PM2.5日平均値\画面キャプチャー\04_見え見え君用_PM25日平均値(2018) _7_14_09_50_34.jpg | \\S-EIKANKEN04\s-eikanken-3F\大気環境係\R1(2019)年度\R1関東PM\関東PM（高濃度事象常時監視data）\見え見え君_PM2.5日平均値\画面キャプチャー\04_見え見え君用_PM25日平均値(2018) _7_14_09_50_35.jpg |
| \\S-EIKANKEN04\s-eikanken-3F\大気環境係\R1(2019)年度\R1関東PM\関東PM（高濃度事象常時監視data）\見え見え君_PM2.5日平均値\画面キャプチャー\04_見え見え君用_PM25日平均値(2018) _7_14_09_50_36.jpg | \\S-EIKANKEN04\s-eikanken-3F\大気環境係\R1(2019)年度\R1関東PM\関東PM（高濃度事象常時監視data）\見え見え君_PM2.5日平均値\画面キャプチャー\04_見え見え君用_PM25日平均値(2018) _7_14_09_50_37.jpg |

図4-3-1　PM2.5日平均値の濃度分布（単位：g/m3）

4.3.3　高濃度の発生時刻や濃度変化の把握

　図4-3-2にPM2.5濃度の1時間値の変動を示す。広域的な高濃度は先述のとおり7月16日から19日に発生した。A区域では15～17日の間は20 μg/m3以上の濃度で大きな変動なく推移し、18日未明に若干の低下がみられたが同日の日中に再び濃度上昇が見られ、19日以降は日中に濃度上昇がわずかにみられるものの全体的に濃度が低下していった。B区域では、大きな変動傾向はA区域と同様であるが、15～22日の連日、日中に増加し夜間に低下する日内変動が見られた。C区域とD区域は概ねA区域と同様の変動であった。日立は他の地点とは異なる変動となっており、B区域の地点に近い変動であった。E区域では、A～D区域とは異なり後半に向けて徐々に濃度が増加する状況となっており、19、20日が最も濃度が高かった。



D

B

E

A

C

図4-3-2　PM2.5質量濃度（1時間値）の推移

4.3.4　気象を含めた詳細解析

（１）気象概要

　この年の夏は、梅雨明けが早く（関東甲信：6月29日ごろ、観測史上最も早い）、すでにこの対象期間には梅雨が明けていた。天気図（図4-3-3）を見ると、解析期間の前日の13日から高気圧に覆われ猛暑となり、そのまま14日以降も高気圧に覆われ続け、連日晴れて最高気温が35 ℃を超える猛暑となった。この14～21日の期間中は、全国的にも猛暑日が続いた。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

図4-3-3　7月13日～21日の天気図

（気象庁http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/）

（２）PM2.5や関連物質の挙動

図4-3-4に光化学オキシダント（Ox）の各地点の濃度変動を示す。7月14日は主にA区域でOx濃度が高濃度となっていたが、15日以降はB区域だけが日中に100 ppbを超える高濃度が連日発生していた。関東内陸で特に光化学活性が高い状況であった。

PM2.5の挙動から特徴的だった16日（関東南部で高い）、18日（関東内陸部で高い）、19日（関東北部と甲信地方で高い）について、図4-3-5～図4-3-7にPM2.5、Ox、（SO2、NHMC）、気温、風向ベクトルの分布を示す。

16日において、PM2.5は朝7時の時点で関東平野の中央部などで1時間値25 μg/m3を超える地点が点在し、8時には25 μg/m3を超える地点は全域に広がった。その後、千葉県を除く関東圏では濃度が増加し、12時（図4-3-5（A））の時点では内陸部を中心に50 μg/m3を超える濃度となった。Oxは東京都西部、埼玉県、千葉県と茨城県の県境付近で濃度が上昇し始めた。15時（図4-3-5（B））では、海風の発達と共にOxの高濃度域の分布は北に移動し、PM2.5の高濃度域は埼玉県や茨城県南部など平野部を中心とした地域でOxと同じような分布となっていた。18時（図4-3-5（C））には、PM2.5は埼玉県、茨城県付近は低濃度となった一方で、東京湾付近では濃度は低下しなかった。また、静岡県では浜松の周辺地域で終日高い濃度が継続していた。

18日は、朝7時の時点では北関東3県と埼玉県北部で、8時には埼玉県西部、群馬県、栃木県、東京都西部、神奈川県北部で25 μg/m3を超える地点が分布し、その後、茨城県や千葉県に広がった。この間は弱風であった。12時（図4-3-6（A））には、さらに濃度が上昇し50 μg/m3を超える地点も見られた。この時点で、Oxの高濃度域は南関東を中心に分布し、気温35 ℃を超える地域は北関東まで分布していた。15時（図4-3-6（C））には東京都、埼玉県、千葉県、茨城県の県境付近に高濃度地点が点在しており、Oxも概ね同様の地域で濃度が高くなっていた。その後、Oxの高濃度域は北関東に移動し、PM2.5も北関東で濃度が増加した。このときの風の収束線は埼玉県と群馬県の県境あたりであった。21時（図4-3-6（D））には、Oxは全域で濃度は低下し、PM2.5の濃度は南関東では低下したが、北関東では弱風のもと25 μg/m3を超える濃度が継続していた。静岡県では16日と同様、浜松周辺地域において夜間まで濃度が継続していた。

19日は、未明から群馬県、栃木県、茨城県北部、長野県、山梨県で25 μg/m3を超えており、その後12時（図4-3-7（A））には埼玉県を中心に東京都、神奈川県でも高い濃度となった。Oxは前述の16日や18日とは異なり、午前中に群馬県の方が先に濃度が上がり始め（60 ppb超）、次に埼玉県西部で濃度が上昇し、12時には埼玉県を中心とした広範囲で60 ppbを超えた（図4-3-7（A））。15時（図4-3-7（B））には、PM2.5濃度の高い地域は、長野県を含む埼玉県以北となっており、Oxは埼玉県と群馬県境で100 ppbを超える高濃度域が出現していた。南関東では強い南風が吹いており、濃度低下に寄与したと考えられる。その後Oxの高濃度域は、さらに北上し群馬県北部にまで到達したが、PM2.5の分布はOxよりも広い範囲に及んでいた。長野県ではOxは日中でもあまり高くならなかったが、PM2.5は夜間まで比較的高い濃度が継続した（図4-3-7（D））。東京湾、太平洋沿岸地域ではPM2.5、Oxともに低濃度であった。

これらの濃度分布から、Oxの場合は高濃度域の発生や移流する様子が明瞭に見られたが、PM2.5の場合はOxほど明確ではなかった。少なくともOx高濃度域ではPM2.5も高い傾向は見られ、PM2.5の分布の方がOx高濃度域よりも広い範囲に及んでいた。

図4-3-8に後方流跡線（東京起点、72時間）を示す。15、16日は中国大陸からの気塊が到達しており、17、18日は日本付近を経由したものであった。このため、期間前半におけるPM2.5には越境汚染由来の粒子がベースとして存在していた可能性がある。この高濃度事象については、関東甲信静地域以外でも高い濃度となった地域がありPM2.5成分やシミュレーションに関する研究がいくつか報告されている。例えば、市原や加須におけるPM2.5成分観測1）では、SO42-の濃度が高く、加須ではSO42-に加えOCの濃度増加も見られていること、前橋における昼夜別観測2）では日中にOCおよびWSOCの濃度増加が見られている。これらのことから、PM2.5の増加要因は主として硫酸塩の二次粒子生成であり、関東内陸地域においてはこれに二次有機粒子の生成が追加されて濃度が増加したものと推察される。また、7 月16 日に桜島が噴火しており、その噴煙の影響が隠岐や射水などの日本海側の地域においてPM2.5 中SO42-イオンの増加をもたらした可能性があるとの報告1）や、シミュレーションモデルでも北陸や新潟県で観測された濃度上昇は火山の影響だったと指摘されている3）。図4-3-8の後方流跡線もふまえて考えると、18～19日にかけてE区域の長野県や山梨県で濃度が上昇したのは、火山の影響を受けている可能性がある。

以上より、本事象については、高気圧が数日間にわたって居座り続け、大気の大きな動きがない中で、地上から大気汚染物質が供給され続け、内陸地域を中心に光化学オキシダントの生成とともにPM2.5の二次生成が盛んになり、連続的にPM2.5濃度が高くなったと考えられる。また、期間の後半で長野県や山梨県で濃度が高くなったのは、火山の影響を受けている可能性がある。

参考文献）

1） 森ら、2018年7月におけるPM2.5高濃度事例の解析、第60回大気環境学会年会、P-47、2019.

2） 熊谷ら、PM2.5の有機マーカーの観測研究～バイオマス燃焼と二次有機エアロゾルを中心に～、第60回大気環境学会年会、1B0900-6、2019.

3） 山村ら、太平洋高気圧勢力下におけるPM2.5濃度上昇要因の化学輸送モデルを用いた解析、第60回大気環境学会年会、3A0915、2019.



D

B

E

A

C

図4-3-4　Ox濃度変動

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **（A）7月16日　12:00** | | **（B）7月16日　15:00**  Wind | |
| 0.5 2.5  (m/s)  Wind | PM2.5 | 0.5 2.5  (m/s) | PM2.5 |
| SO2 | Ox | SO2 | Ox  Temp |
| NMHC | Temp | NMHC |  |
| 図4-3-5　PM2.5質量濃度等の分布状況（7月16日）  （PM2.5：μg/m3、NMHC：ppmC、Temp：℃、その他：ppb） | | | |
| **（C）7月16日　18:00** | | **（D）7月16日　21:00**  Wind | |
| 0.5 2.5  (m/s)  Wind | PM2.5 | 0.5 2.5  (m/s) | PM2.5 |
| SO2 | Ox | SO2 | Ox |
| NMHC | Temp | NMHC | Temp |
| 図4-3-5　PM2.5質量濃度等の分布状況（7月16日つづき）  （PM2.5：μg/m3、NMHC：ppmC、Temp：℃、その他：ppb） | | | |
| **（A）7月18日　12:00** | | **（B）7月18日　15:00**  Wind | |
| 0.5 2.5  (m/s)  Wind | PM2.5 | 0.5 2.5  (m/s) | PM2.5 |
| SO2 | Ox | SO2 | Ox |
| NMHC | Temp | NMHC | Temp |
| 図4-3-6　PM2.5質量濃度等の分布状況（7月18日）  （PM2.5：μg/m3、NMHC：ppmC、Temp：℃、その他：ppb） | | | |
| **（C）7月18日　18:00**  Wind | | **（D）7月18日　21:00**  Wind | |
| 0.5 2.5  (m/s) | PM2.5 | 0.5 2.5  (m/s) | PM2.5 |
| SO2 | Ox | SO2 | Ox |
| NMHC | Temp | NMHC | Temp |
| 図4-3-6　PM2.5質量濃度等の分布状況（7月18日つづき）  （PM2.5：μg/m3、NMHC：ppmC、Temp：℃、その他：ppb） | | | |
| **（A）7月19日　12:00** | | **（B）7月19日　15:00** | |
| 0.5 2.5  (m/s)  Wind | PM2.5 | 0.5 2.5  (m/s)  Wind | PM2.5 |
| Temp  SO2 | Ox | NMHC  SO2 | Ox |
| NMHC |  |  | Temp |
| 図4-3-7　PM2.5質量濃度等の分布状況（7月19日）  （PM2.5：μg/m3、NMHC：ppmC、Temp：℃、その他：ppb） | | | |
| **（C）7月19日　18:00** | | **（D）7月19日　21:00** | |
| 0.5 2.5  (m/s)  Wind | PM2.5 | 0.5 2.5  (m/s)  Wind | PM2.5 |
| SO2 | Ox | SO2 | Ox |
| NMHC | Temp | NMHC | Temp |
| 図4-3-7　PM2.5質量濃度等の分布状況（7月19日つづき）  （PM2.5：μg/m3、NMHC：ppmC、Temp：℃、その他：ppb） | | | |

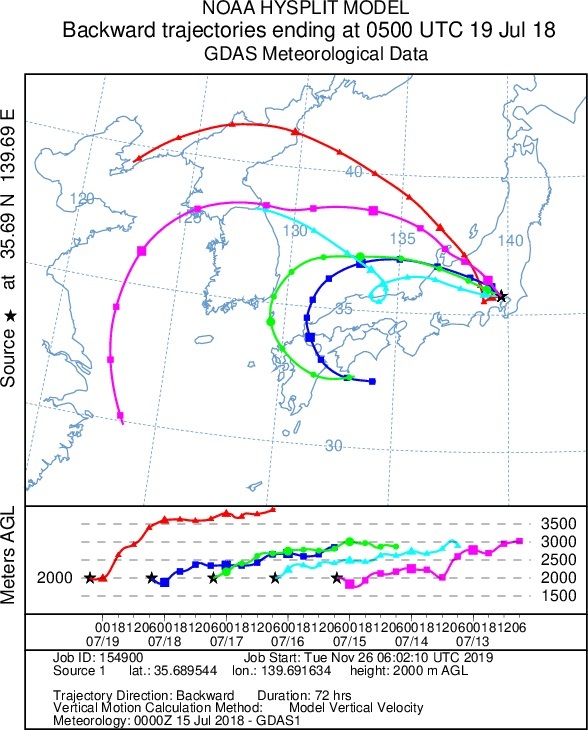


図4-3-8　後方流跡線解析結果（起点：東京、高度2000m）

（http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php）