

2-7 微小粒子状物質 (PM2.5)

微小粒子状物質とは、大気中に浮遊する粒子状物質のうちでも特に粒径の小さいもの(粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以下)をいう。微小粒子状物質については、人の呼吸器の奥深くまで入り込みやすいことなどから、健康影響が懸念されている状況を踏まえ、2009年9月、環境基準が告示された。また、2013年2月に環境省が微小粒子状物質注意喚起のための指針を示し、千葉県では2013年3月12日から注意喚起を行う体制を整えた。

2-7-1 概要

2020年度のPM2.5の測定は、県下34市町に設置した一般局53局、自排局15局、合計68局で行った。環境基準の評価対象となる有効測定局(有効測定日数*が250日以上)は一般局53局、自排局12局、合計65局であった。

PM2.5の濃度は、一般環境大気で年平均値 $8.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、また、道路沿道周辺大気で $9.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。環境基準の達成状況は、一般局、自排局ともに100%であった。

*:有効測定日とは1日のうち欠測が4時間を超えない日

| 環境基準評価 | 短期的評価 | PM2.5については短期的評価は定められていない。 | 長期的評価 | 年平均値が $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下(長期基準)であり、かつ98%値が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下(短期基準)であること。対象は有効測定日数250日以上局。 |
|--------|-------|---------------------------|-------|---|
|--------|-------|---------------------------|-------|---|

表2-7-1 2020年度PM2.5測定結果概要

| 局数 | 一般局 | | | 自排局 | | | 濃度 | 一般局 | | 自排局 | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------------------|------|-----------|---------|-----------|
| | 短期基準評価 | 長期基準評価 | 環境基準評価 | 短期基準評価 | 長期基準評価 | 環境基準評価 | | 年平均 | 日平均値の年最高値 | 年平均 | 日平均値の年最高値 |
| 測定局数 | 53 | 53 | 53 | 15 | 15 | 15 | 平均 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 8.9 | 37.8 | 9.4 | 40.8 |
| 有効局数 | 53 | 53 | 53 | 12 | 12 | 12 | 最低 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 6.5 | 31.7 | 7.3 | 33.0 |
| 達成局数 | 53 | 53 | 53 | 12 | 12 | 12 | 最高 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 12.6 | 47.8 | 12.3 | 48.5 |
| 達成率(%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 最高値 | 市原郡本 | 横芝光横芝 | 野田宮崎(車) | 袖ヶ浦大曾根 |

2-7-2 測定結果

(1) 地理的分布

一般局の年平均値の地理的分布を図2-7-1に示した。2020年度の測定結果は年平均値で $6.5\sim 12.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた地点はなかった。

自排局の地理的分布を図2-7-2に示した。2020年度の測定結果は年平均値で $7.3\sim 12.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた地点はなかった。

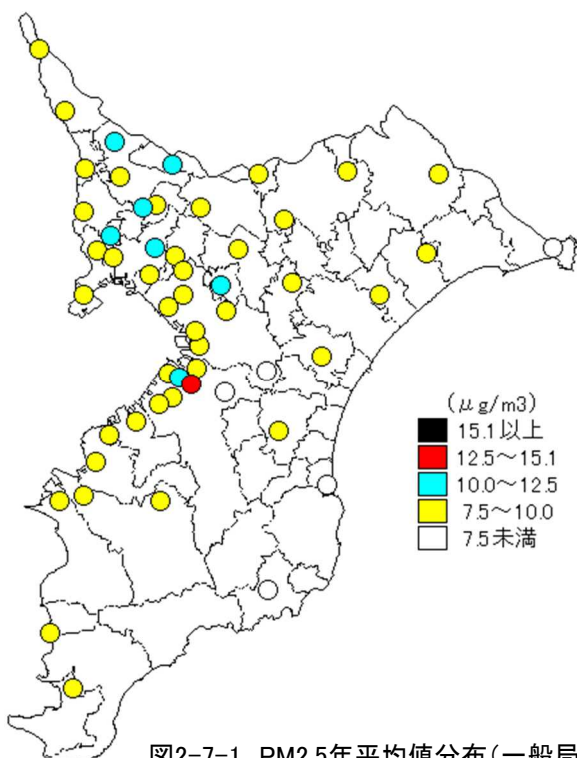


図2-7-1 PM2.5年平均値分布(一般局)

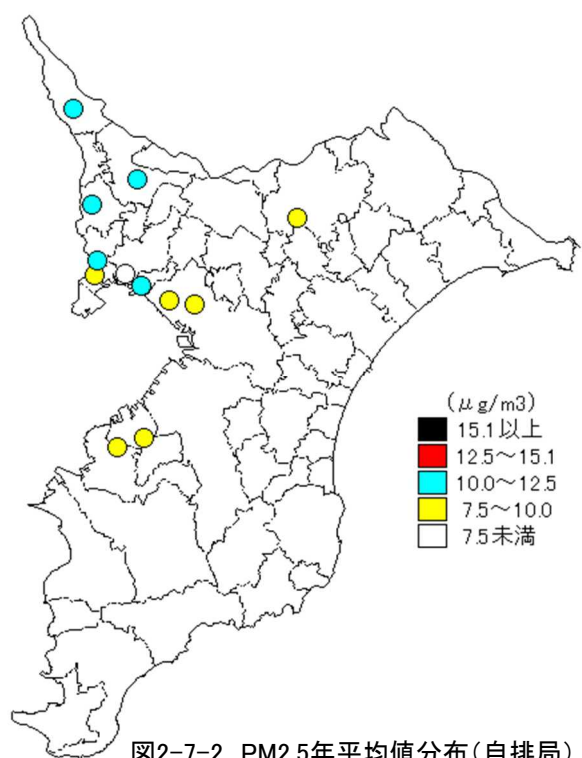


図2-7-2 PM2.5年平均値分布(自排局)

(2)月平均値の経月変化

2020年度のPM2.5の月平均値を2014、2017年度の結果とともに図2-7-3、図2-7-4に示した。年度によって経月変化は異なるが、一般局、自排局ともに7月、9月頃にやや濃度が低くなる傾向が認められた。

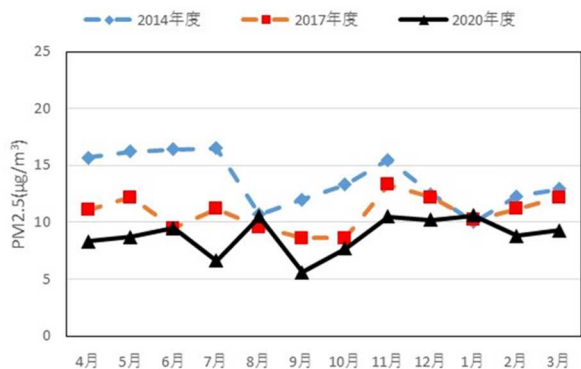


図2-7-3 PM2.5月平均値の経月変化(一般局)

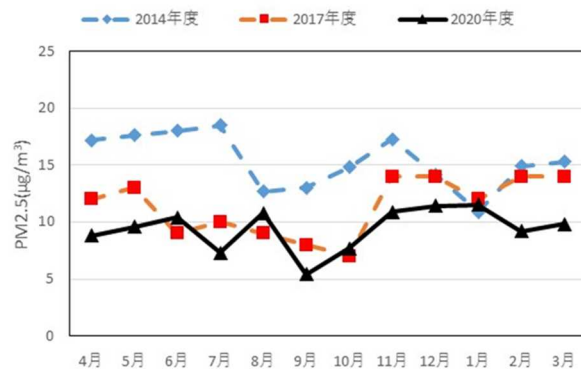


図2-7-4 PM2.5月平均値の経月変化(自排局)

(3)年平均値の経年推移

一般局について、2011年度から2020年度まで継続して測定している10局(松戸根本局、船橋高根台局、寒川小学校局、真砂公園局、市原岩崎西局、市原郡本局、富津下飯野局、香取羽根川局、印西高花局、勝浦小羽戸局)の年平均値の推移を図2-7-5に示した。局によって傾向が異なり、富津下飯野局、香取羽根川局、印西高花局のように大きく低下している局もあれば、松戸根本局、市原岩崎西局、市原郡本局のように減少が緩やかな局もあった。

自排局については、全12局について2011年度から2020年度までの年平均値の推移を図2-7-6に示した。局によって程度が異なるものの、全体としては、全局とも緩やかな低下傾向を示していた。

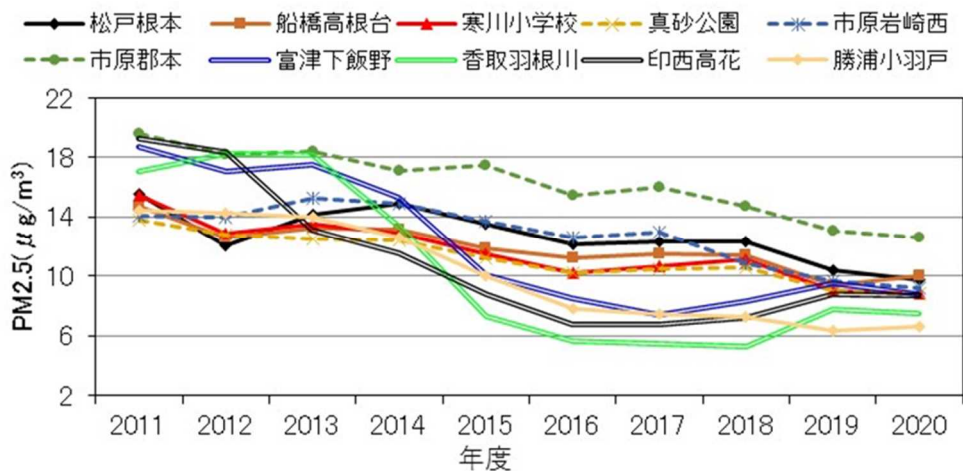


図2-7-5 PM2.5年平均値の推移(一般局)

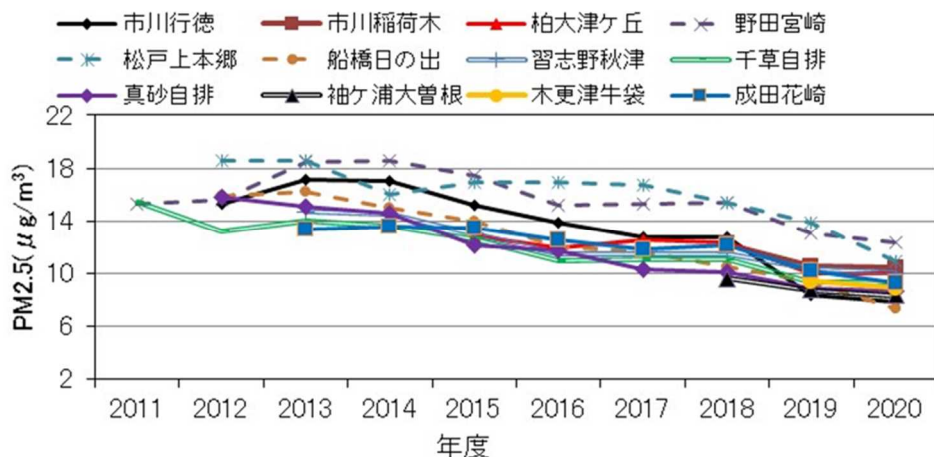


図2-7-6 PM2.5年平均値の推移(自排局) 局名の(車)は省略

(4)環境基準の達成状況

PM2.5の環境基準達成に係る評価は、長期的評価(年平均値が $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下(長期基準)であり、かつ98%値が $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下(短期基準)であること)で行う。2014年度から2020年度までの環境基準達成率の推移を表2-7-2、表2-7-3に示した。2020年度は一般局、自排局ともに100%であった。達成率は変動が大きいだが、2015年度以降は一般局は90%以上、自排局は60%以上の達成率となっている。

長期基準と短期基準の達成率を比較すると、一般局では短期基準の達成率が低い年度が続いたが、2015年度以降はほぼ同率となり、2018年度以降は長期基準、短期基準とも達成率100%となった。自排局では短期基準の達成率が低い年度が続いたが、近年は達成率が上昇している。2020年度は短期基準の達成率も100%となり、測定開始以来初めて、全局で環境基準を達成した。

表2-7-2 PM2.5環境基準達成率の推移(一般局)

| 区分/年度 | | 2014年 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 短期基準 | 達成率(%) | 40.5 | 95.3 | 100.0 | 97.7 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| | 達成局数 | 15/37 | 41/43 | 42/42 | 42/43 | 45/45 | 47/47 | 53/53 |
| 長期基準 | 達成率(%) | 89.2 | 97.7 | 97.6 | 97.7 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| | 達成局数 | 33/37 | 42/43 | 41/42 | 42/43 | 45/45 | 47/47 | 53/53 |
| 環境基準 | 達成率(%) | 40.5 | 95.3 | 97.6 | 95.3 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| | 達成局数 | 15/37 | 41/43 | 41/42 | 41/43 | 45/45 | 47/47 | 53/53 |

(環境基準の評価は、有効測定局を対象とした。)

表2-7-3 PM2.5環境基準達成率の推移(自排局)

| 区分/年度 | | 2014年 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 短期基準 | 達成率(%) | 16.7 | 87.5 | 77.8 | 77.8 | 81.8 | 91.7 | 100 |
| | 達成局数 | 1/6 | 7/8 | 7/9 | 7/9 | 9/11 | 11/12 | 12/12 |
| 長期基準 | 達成率(%) | 83.3 | 75.0 | 77.8 | 77.8 | 81.8 | 100.0 | 100.0 |
| | 達成局数 | 5/6 | 6/8 | 7/9 | 7/9 | 9/11 | 12/12 | 12/12 |
| 環境基準 | 達成率(%) | 16.7 | 62.5 | 77.8 | 77.8 | 81.8 | 91.7 | 100 |
| | 達成局数 | 1/6 | 5/8 | 7/9 | 7/9 | 9/11 | 11/12 | 12/12 |

(環境基準の評価は、有効測定局を対象とした。)

(5)注意喚起の状況

PM2.5については、2013年2月に環境省が微小粒子状物質注意喚起のための指針を示した。これに対応し千葉県では2013年3月12日より下記1の基準で運用を開始し、2013年12月10日以降は下記2の基準で運用している。

千葉県では、2013年11月4日に微小粒子状物質が高濃度になるおそれがあったため、全県を対象に東日本で初めてとなる注意喚起を行った。高濃度の要因としては、大気汚染物質が拡散しにくい気象条件だったことに加え、市原市付近に局地的な風の収束域ができたことにより、汚染気塊が発生し移動した、一過的な現象であったと考えている。

なお、2014年度以降は注意喚起を行っていない。

PM2.5注意喚起の判断基準

1 2013年3月12日から12月9日まで(千葉県全体を区分せず、判断。)

一般環境大気測定局において、午前5時～7時の1時間値が1度でも85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた局が2局以上ある場合

2 2013年12月10日以降(県内を県北部・中央部、九十九里・南房総の2地域に区分し判断。)

朝の注意喚起:各地域内の一般環境大気測定局において、午前5時～7時の1時間値の平均値の中央値が85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える場合

昼の注意喚起:各地域内の一般環境大気測定局において、午前5時～12時の1時間値の平均値の最大値が80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える場合

県北部・中央地域:野田市、松戸市、柏市、流山市、市川市、船橋市、習志野市、八千代市、鎌ヶ谷市、浦安市、千葉市、佐倉市、四街道市、市原市、袖ヶ浦市、木更津市、君津市、富津市、我孫子市、印西市、白井市、成田市、富里市、銚子市、香取市、栄町、酒々井町、神崎町、芝山町、東庄町
九十九里・南房総地域:東金市、旭市、八街市、匝瑳市、山武市、大網白里市、茂原市、勝浦市、いすみ市、館山市、鴨川市、南房総市、多古町、九十九里町、横芝光町、一宮町、睦沢町、長生村、白子町、長柄町、長南町、大多喜町、御宿町、鋸南町

(6)年平均値等の濃度上位局

2016年度から2020年度までの一般局における年平均値上位5位を表2-7-4に、日平均最高値上位5位を表2-7-5に示した。自排局については局数が12局と少ないため省略した。平均値では市原郡本局が5年連続で1位となった。

日平均最高値では、横芝光横芝局が1位となった。5年間のうち複数年度で上位5位以内に入る局はいくつかあるが、注意喚起の目安である日平均値70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した局は無かった。

表2-7-4 PM2.5年平均値上位5位(一般局)

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| | 2016年度 | | 2017年度 | | 2018年度 | | 2019年度 | | 2020年度 | |
|---|--------------------|------|--------|------|------------------------|------|----------------------|------|---------------------|------|
| | 局名 | 年平均値 | 局名 | 年平均値 | 局名 | 年平均値 | 局名 | 年平均値 | 局名 | 年平均値 |
| 1 | 市原郡本 | 15.5 | 市原郡本 | 16.0 | 市原郡本 | 14.7 | 市原郡本 | 13.1 | 市原郡本 | 12.6 |
| 2 | 鎌ヶ谷軽井沢 | 13.3 | 市原岩崎西 | 13.0 | 我孫子湖北台 | 12.7 | 花見川小学校 | 11.2 | 我孫子湖北台 | 10.9 |
| 3 | 柏大室 市原八幡 | 12.7 | 柏大室 | 12.9 | 柏大室 松戸根本 鎌ヶ谷軽井沢 | 12.3 | 市原五井 我孫子湖北台 | 10.9 | 鎌ヶ谷軽井沢 | 10.7 |
| 4 | 千城台わかば小学校 市原岩崎西 | 12.6 | 我孫子湖北台 | 12.7 | 花見川小学校 | 12.2 | 鎌ヶ谷軽井沢 | 10.7 | 柏大室 市川大野 市原五井 | 10.4 |
| 5 | 市原五井 | 12.5 | 鎌ヶ谷軽井沢 | 12.5 | 流山平和台 四街道鹿渡 市原五井 | 12.0 | 松戸根本 柏大室 流山平和台 | 10.4 | 四街道鹿渡 | 10.2 |

表2-7-5 PM2.5日平均最高値(一般局)

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| | 2016年度 | | 2017年度 | | 2018年度 | | 2019年度 | | 2020年度 | |
|---|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|
| | 局名 | 日平均最高値 | 局名 | 日平均最高値 | 局名 | 日平均最高値 | 局名 | 日平均最高値 | 局名 | 日平均最高値 |
| 1 | 匝瑳橋 | 48.0 | 鎌ヶ谷軽井沢 | 59.2 | 鎌ヶ谷軽井沢 | 39.7 | 習志野鷺沼 | 41.1 | 横芝光横芝 | 47.8 |
| 2 | 四街道鹿渡 | 41.5 | 野田桐ヶ作 | 58.3 | 市原郡本 | 39.6 | 真砂公園 四街道鹿渡 | 39.5 | 八街市八街 | 46.8 |
| 3 | 千城台わかば小学校 | 41.0 | 我孫子湖北台 | 53.3 | 流山平和台 | 39.2 | 柏大室 | 39.4 | 我孫子湖北台 | 45.5 |
| 4 | 鎌ヶ谷軽井沢 | 40.2 | 匝瑳橋 | 52.6 | 市川大野 | 38.5 | 我孫子湖北台 | 39.2 | 匝瑳橋 | 44.5 |
| 5 | 市原郡本 | 40.0 | 柏大室 | 50.3 | 野田市野田 | 38.3 | 千城台わかば小学校 | 39.0 | 八千代高津 | 42.5 |

2-7-3 PM2.5成分分析結果

大気汚染防止法第22条に基づく大気環境の常時監視の事務処理基準に基づき、2011年度に環境省よりPM2.5成分分析のガイドラインが示された。千葉県としても環境中のPM2.5濃度及びその金属成分等の構成比率などの知見が必要であることから、2012年度から市原岩崎西局及び勝浦小羽戸局で、2015年度から富津下飯野局でも測定を開始した。また、県内の政令市等、4市においても測定を行っている。

(1)調査実施機関及び調査期間等

調査実施機関及び調査期間等は表2-7-6のとおりである。

表2-7-6 成分分析実施機関、調査地点、調査期間

| 実施機関 | 調査地点 | 所在 | 地点分類(用途地域) | 春 | 夏 | 秋 | 冬 |
|------|------------|-----------------|---------------------|-----------|----------|-------------|----------|
| 松戸市 | 松戸根本局 | 松戸市根本387-5 | 一般環境(商業地域) | 5.13-5.27 | 7.23-8.6 | 10.22-11.5 | 1.21-2.4 |
| 市川市 | 市川大野局 | 市川市大野町2-1877 | 一般環境(第一種低層住居専用地域) | 5.13-5.27 | 7.23-8.6 | 10.22-11.5 | 1.21-2.4 |
| 船橋市 | 船橋日の出局 | 船橋市日の出1-16 | 一般環境(第一種中高層住居専用地域) | 5.13-5.27 | 7.23-8.6 | 10.22-11.5 | 1.21-2.4 |
| 千葉市 | 千城台わかば小学校局 | 千葉市若葉区千城台北1-4-1 | 一般環境(第一種低層住居専用地域) | 5.13-5.27 | 7.23-8.6 | 10.22-11.5 | 1.21-2.4 |
| 県 | 市原岩崎西局 | 市原市岩崎西1-8-8 | 一般環境(準工業地域) | 5.13-5.27 | 7.23-8.6 | 10.22-11.5 | 1.21-2.4 |
| 県 | 勝浦小羽戸局 | 勝浦市小羽戸58-2 | バックグラウンド(その他都市計画区域) | 5.13-5.27 | 7.23-8.6 | 10.22-11.14 | 1.21-2.4 |
| 県 | 富津下飯野局 | 富津市下飯野1135 | 一般環境(第一種中高層住居専用地域) | 5.13-5.27 | 7.23-8.6 | 10.22-11.5 | 1.21-2.4 |

(2)質量濃度の測定結果

質量濃度の測定結果を表2-7-7に示した。最も濃度が高かったのは市川大野局、船橋日の出局の冬の16.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、最も低かったのは勝浦小羽戸局の春の4.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。年平均値の地理的分布を図2-7-7に示した。年平均値は、最も高かったのが船橋日の出局の11.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最も低かったのが勝浦小羽戸局の6.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

PM2.5の濃度は一般的には、秋から冬季にかけて接地逆転層の影響で地表付近の炭素状成分を主体とした一次粒子が主となり、濃度が上昇する。夏季は光化学反応による二次粒子が主要素となる。2020年度の季節別濃度の推移を図2-7-8に示した。季節別濃度の平均値は冬季に高くなる傾向があった。

表2-7-7 各調査地点のPM2.5質量濃度

| | 松戸根本局 | 市川大野局 | 船橋日の出局 | 千城台わかば小学校局 | 市原岩崎西局 | 勝浦小羽戸局 | 富津下飯野局 |
|---|-------|-------|--------|------------|--------|--------|--------|
| 春 | 7.7 | 6.6 | 7.9 | 5.9 | 6.5 | 4.7 | 6.4 |
| 夏 | 8.2 | 6.9 | 8.1 | 6.5 | 7.4 | 4.8 | 6.2 |
| 秋 | 10.8 | 12.0 | 12.2 | 11.8 | 10.3 | 6.9 | 11.6 |
| 冬 | 13.6 | 16.1 | 16.1 | 15.0 | 14.5 | 8.3 | 14.8 |
| 年 | 10.0 | 10.4 | 11.1 | 9.8 | 9.7 | 6.2 | 9.8 |

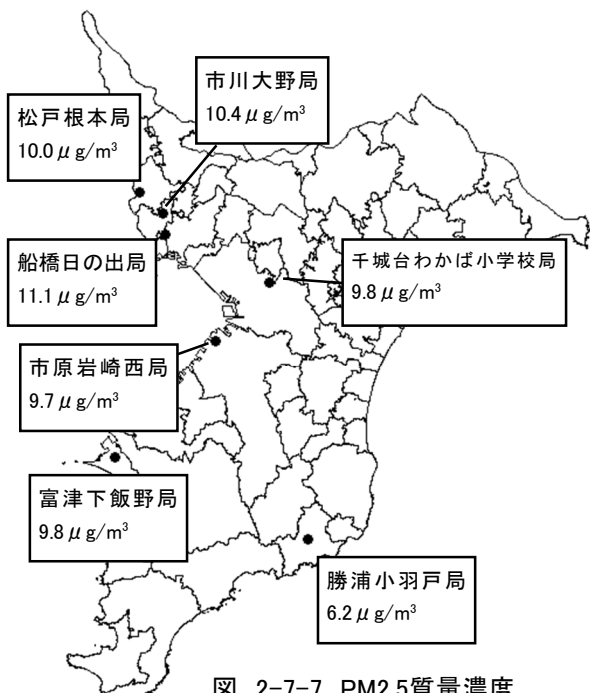


図 2-7-7 PM2.5質量濃度

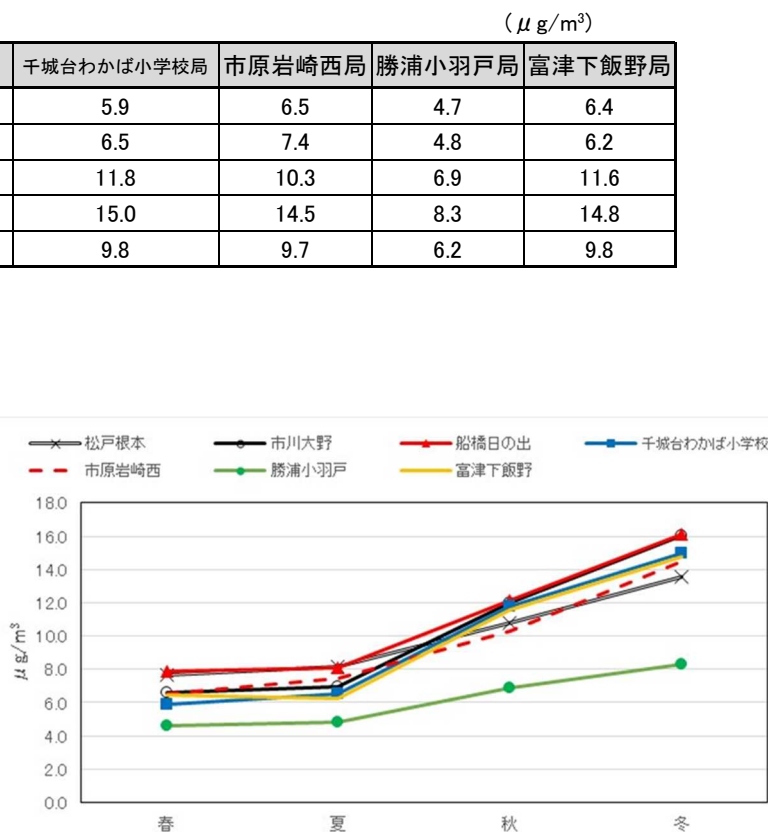


図 2-7-8 PM2.5質量濃度の季節変化

(3)成分の割合

成分分析の年平均結果を図2-7-9に示した。いずれの調査地点でも、有機炭素(水溶性有機炭素、非水溶性有機炭素)が15~30%前後と大きな割合を示した。有機炭素には、工場等から排出された揮発性有機化合物から生成される二次有機粒子や植物燃焼由来、あるいは植物そのものから出される成分が粒子化したものなどが含まれていると考えられ、水溶性有機炭素は二次的に生成された粒子が多いと考えられている。なお、松戸根本局、市川大野局は水溶性、非水溶性の区別はしていない。

硫酸イオンは地域ごとの差はあまり大きくなく、全地点で20%前後であった。硝酸イオンは勝浦小羽戸局が5.3%と小さく、都市部である松戸根本局、船橋日の出局、市川大野局、千城台わかば小学校局は14%前後であった。化石燃料の燃焼によって発生する元素状炭素の割合は、船橋日の出局が11.5%と最も高く、勝浦小羽戸局が5.3%と最も低かった。2020年度の結果では、有機炭素、硫酸イオン、硝酸イオンなどの二次粒子の割合がいずれの地点でも大きく、53~61%はこれらの成分で占めた。また、勝浦小羽戸局は元素状炭素、硝酸イオンの割合が小さい等、地点の特徴も見られた。

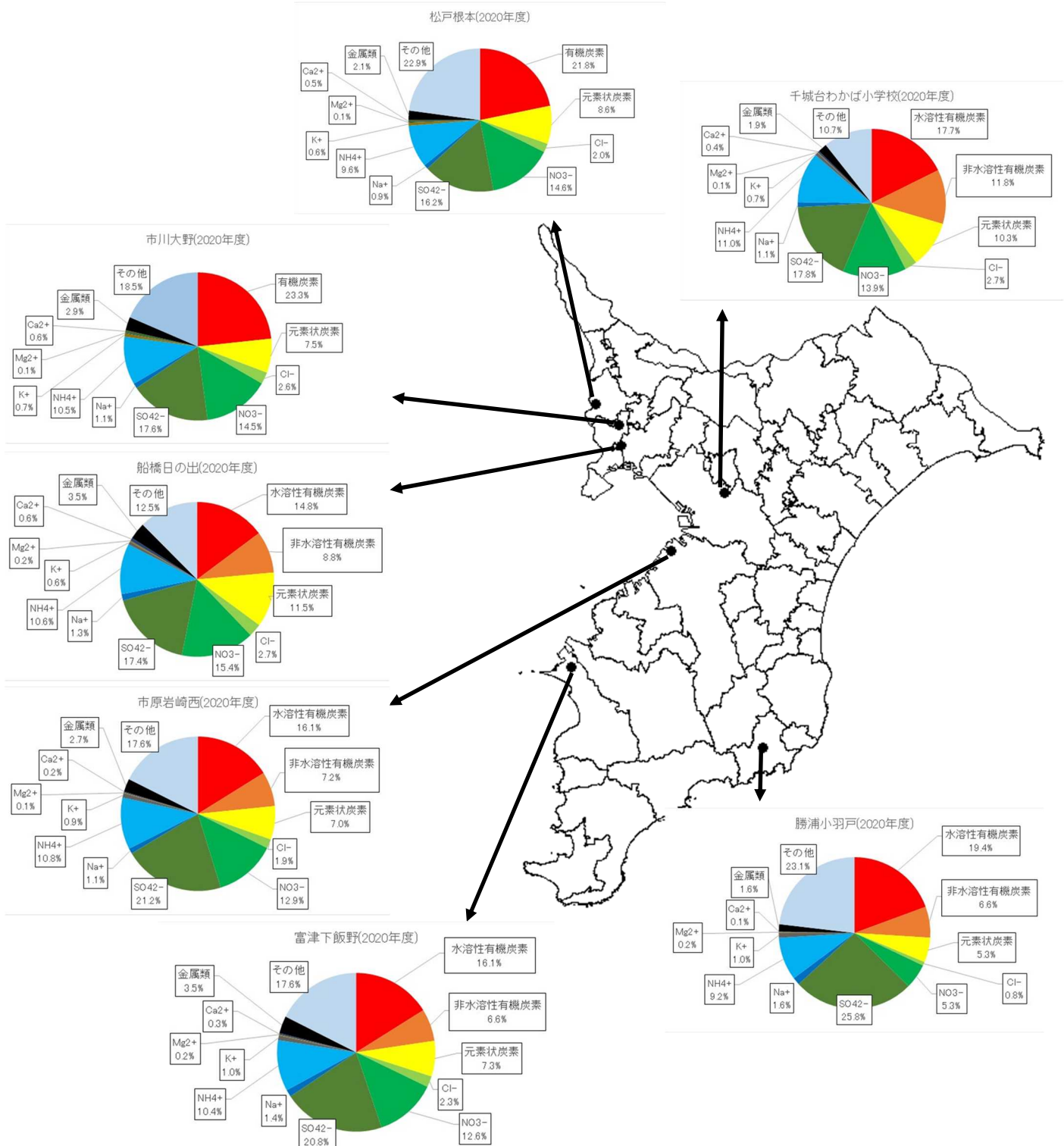


図 2-7-9 PM2.5成分分析結果

(4)PM2.5質量濃度及び主な成分の季節変化

各地点の有機炭素、元素状炭素、硫酸イオン(SO₄²⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻)、アンモニウムイオン(NH₄⁺)、塩化物イオン(Cl⁻)の質量濃度に対する割合の季節変化を図2-7-10に示した。

有機炭素:発生源から直接排出される粒子(一次粒子)と、大気中のガス状物質が凝縮、反応して生成される粒子(二次粒子)を含んでいる。そのため、大気が安定する秋季、冬季に濃度が高くなる場合と、夏季に光化学反応により二次粒子の生成が進み濃度が上昇する場合がある。分析結果では秋季に高くなる傾向を示す地点が多かった。

元素状炭素:化石燃料の燃焼によって発生するもので、ディーゼルエンジンの排気に多く含まれ、大気が安定する秋、冬に高くなると考えられる。分析結果においても多くの地点で秋季、冬季に高くなる傾向が見られた。船橋日の出局は春季、夏季に高くなる傾向が見られた。

硫酸イオン:大気中のSO₂が光化学反応などにより粒子化されるため、反応の盛んな夏季に濃度が高くなる傾向がある。分析結果では、いずれの地点でも夏季に高くなる傾向が見られた

硝酸イオン:硝酸イオンは大気中のアンモニア(NH₃)と化学反応し、アンモニウム塩として粒子化することが知られている。気温が低いときはアンモニウム塩(粒子)として存在するが、気温が高い時は分解するため、夏季は低くになると考えられる。分析結果では夏季に低く、冬季に高くなる傾向が見られた。勝浦小羽戸局は他地点と比べて低い傾向が見られた。

アンモニウムイオン:夏季は硫酸アンモニウム、冬季は硝酸アンモニウムとして粒子化しており、夏季と冬季に高くなると考えられる。分析結果では夏季と冬季にやや高い傾向がみられた。

塩化物イオン:塩化物イオンはアンモニアと化学反応し塩化アンモニウムとして粒子化するが、気温が高いときは分解しガス化する。分析結果では夏季に低く、冬季に高い傾向が見られた。勝浦小羽戸局は他地点と比べて低い傾向が見られた。

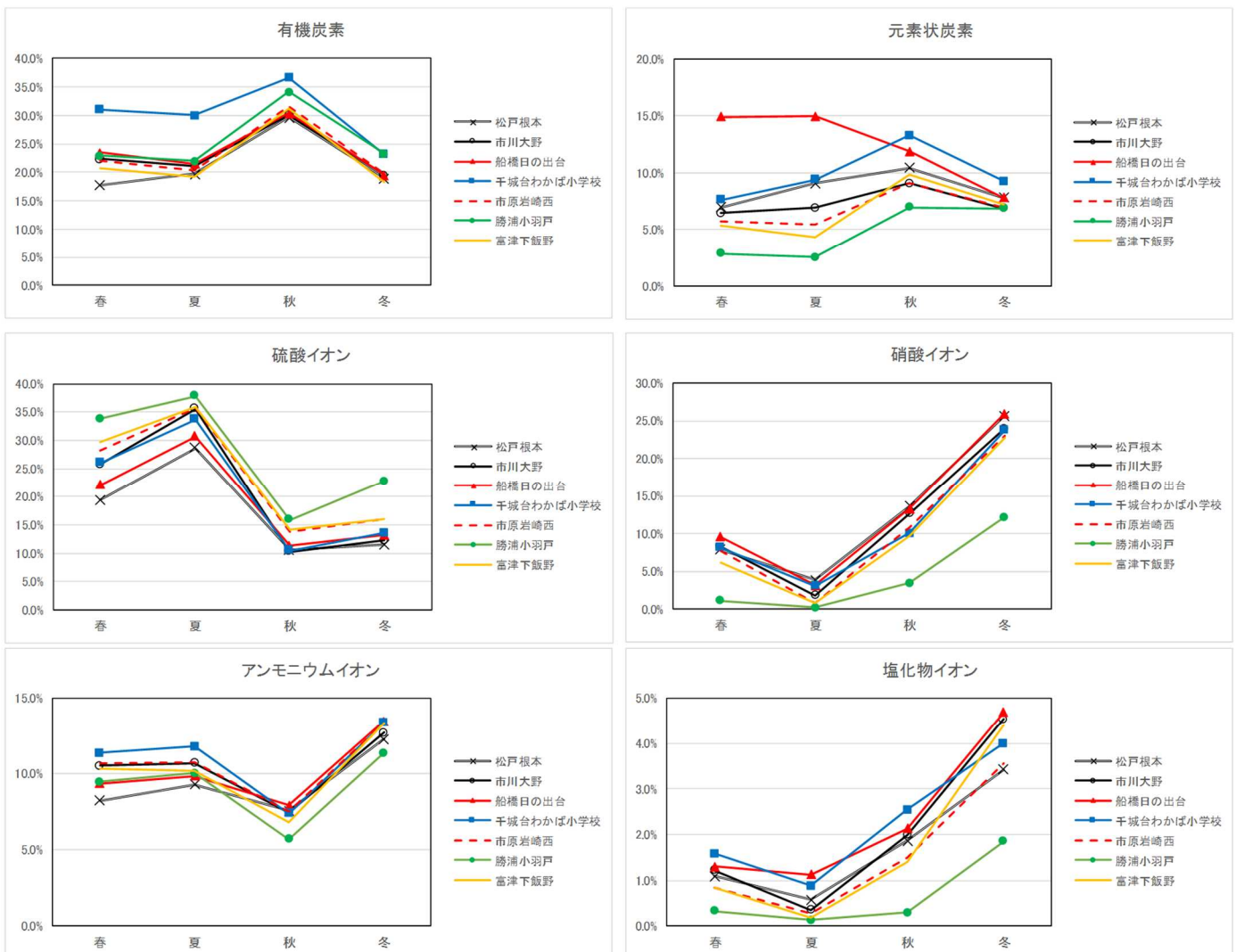


図 2-7-10 PM2.5各成分の質量濃度に対する割合の季節変化