

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、平成21年9月、環境基準が告示された。また、平成25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、千葉県では平成25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

平成28年度のPM2.5の測定は、県下28市に設置した一般局43局、自排局9局*1、合計52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*2が250日以上)は一般局42局、自排局9局*1、合計51局であった。PM2.5の環境濃度は、一般環境大気で年平均値 $11.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、また、道路沿道周辺大気で $12.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。環境基準の達成状況は、一般局が97.6%、自排局は77.8%であった。

*1: 野田宮崎(車)については、本年度より環境基準の評価対象とした。*2: 有効測定日とは1日のうち欠測が4時間以下の日

表2-7-1 平成28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 年最高	年平均	日平均 年最高
測定局数	43	43	43	9	9	9	平均 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11.0	35.1	12.9	40.4
有効局数	42	42	42	9	9	9	最低 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5.7	26.2	10.9	56.3
達成局数	42	41	41	7	7	7	最高 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15.5	48.0	16.9	34.0
達成率(%)	100.0	97.6	97.6	77.8	77.8	77.8	最高値局名	市原郡本	匝瑳椿	松戸上本郷 (車)	野田宮崎(車)

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。平成28年度の測定結果は年平均値で $5.7\sim 15.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、年平均 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた地点は市原郡本局のみであった。

自排局の地理的分布を図2-7-2に示した。東京都に近い野田宮崎(車)局、松戸上本郷(車)局で、 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えた。

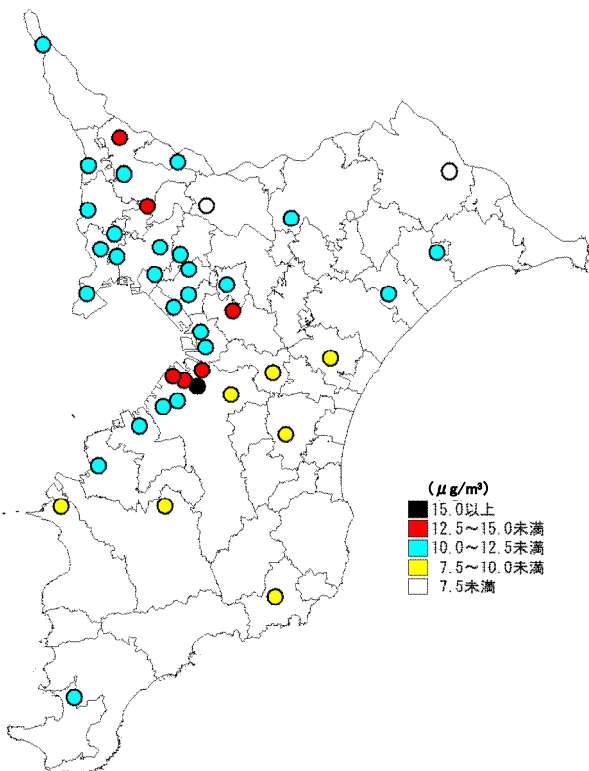


図2-7-1 PM2.5年平均値分布(一般局)

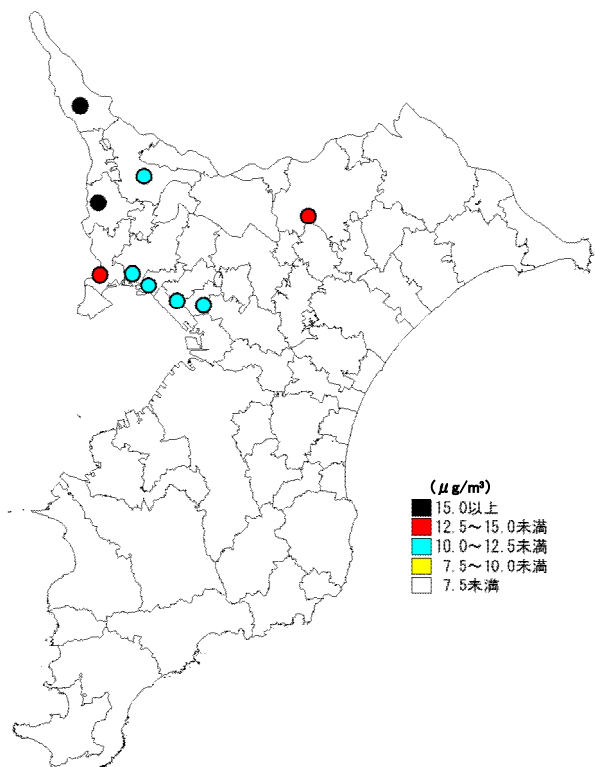


図2-7-2 PM2.5年平均値分布(自排局)

(2) 月平均値の経月変化

平成28年度の月平均値を平成26、27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8、9月は濃度が低い傾向が認められた。

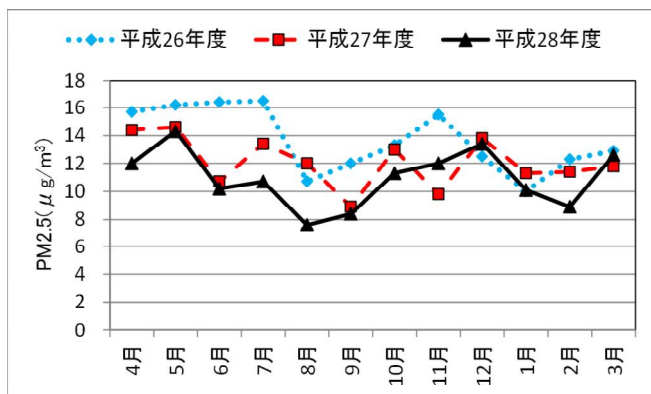


図2-7-3 PM2.5月平均値の経月変化(一般局)

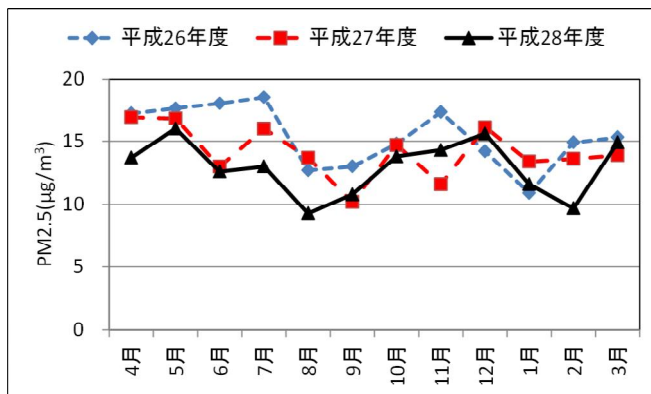


図2-7-4 PM2.5月平均値の経月変化(自排局)

(3) 年平均値の経年推移

平成23年度から28年度に継続して測定している一般局10局(香取羽根川局、印西高花局、松戸根本局、船橋高根台局、千葉寒川局、千葉真砂局、市原郡本局、市原岩崎西局、富津下飯野局、勝浦小羽戸局)の年平均値及び10局平均の推移を図2-7-5に示した。一般局については、10局平均では減少傾向にあるが、局によって傾向が異なり、香取羽根川局、印西高花局、富津下飯野局のように大きく低下している局もあれば、市原岩崎西局や松戸根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、9局(野田宮崎(車)、柏大津が丘(車)、松戸上本郷(車)、市川行徳(車)、船橋日の出(車)、習志野秋津(車)、千葉千草台(車)、千葉真砂(車)、成田花崎(車)局)について平成23年度からの年平均値の推移及び9局平均値を図2-7-6に示した。自排局についても一般局と同様に、平均では低下傾向にあるが、成田花崎局(車)、松戸上本郷(車)局のように横ばいの局もあった。

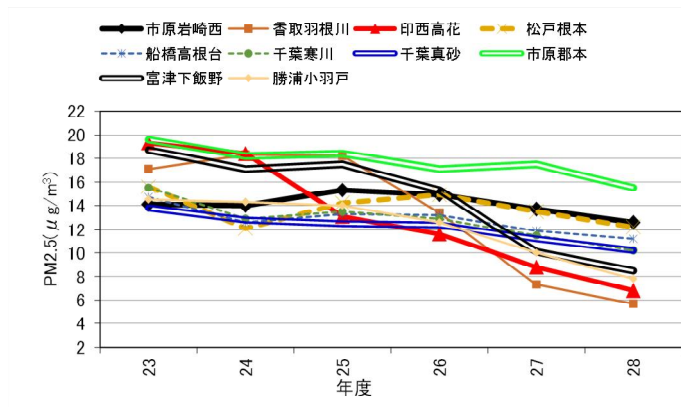


図2-7-5 PM2.5年平均値の推移(一般局)

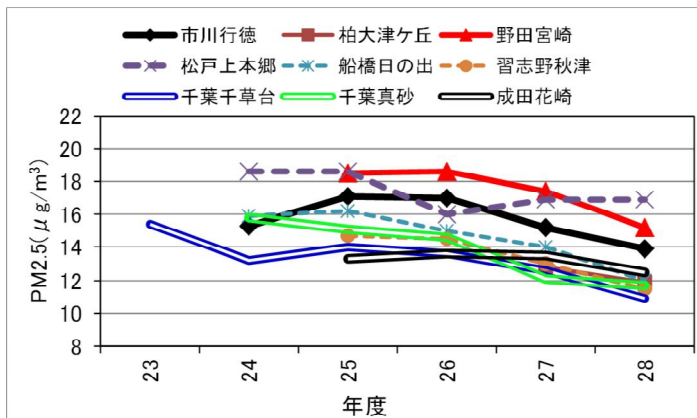
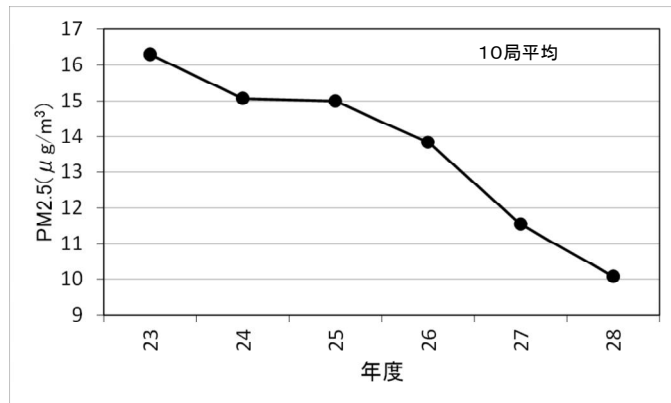
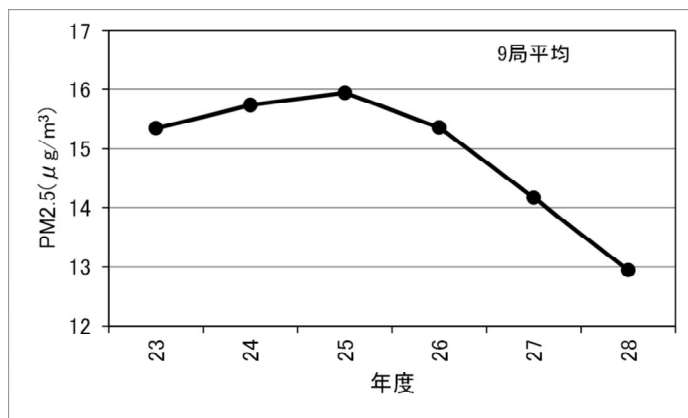


図2-7-6 PM2.5年平均値の推移(自排局)

局名の(車)は省略



(4)環境基準の達成状況

PM2.5の評価は長期的評価（短期基準（日平均98%値が $35\mu/m^3$ 以下）および長期基準（年平均値 $15.0\mu g/m^3$ 以下））で行う。平成23年度から28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。平成28年度は一般局は97.6%と前年度の95.3%からやや上昇した。自排局についても62.5%から77.8%と上昇した。達成率の推移は変動が大きい、27年度以降は90%を超える達成率となっている。

長期基準と短期基準を比較すると、一般局では短期基準の達成率が悪い年度が続いたが、28年度は短期基準100%となった。

表2-7-2 PM2.5環境基準達成率（一般局）

区分／年度		平成23年	平成24年	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年
短期基準	達成率(%)	0.0	45.0	6.9	40.5	95.3	100.0
	達成局数 測定局数	0/9	9/20	2/29	15/37	41/43	42/42
長期基準	達成率(%)	33.3	75.0	62.1	89.2	97.7	97.6
	達成局数 測定局数	3/9	15/20	18/29	33/37	42/43	41/42
環境基準達成率	達成率(%)	0.0	40.0	6.9	40.5	95.3	97.6
	達成局数 測定局数	0/9	8/20	2/29	15/37	41/43	41/42

表2-7-3 PM2.5環境基準達成率（自排局）

区分／年度		平成23年	平成24年	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年
短期基準	達成率(%)	0.0	25.0	0.0	16.7	87.5	77.8
	達成局数 測定局数	0/2	1/4	0/6	1/6	7/8	7/9
長期基準	達成率(%)	0.0	25.0	50.0	83.3	75.0	77.8
	達成局数 測定局数	0/2	1/4	3/6	5/6	6/8	7/9
環境基準達成率	達成率(%)	0.0	25.0	0.0	16.7	62.5	77.8
	達成局数 測定局数	0/2	1/4	0/6	1/6	5/8	7/9

図2-7-7には、一般局の達成状況の地理的分布を、図2-7-8には自排局の達成状況を示した。一般局では、市原郡本局が未達成となった。自排局では、野田宮崎(車)局、松戸上本郷(車)局の2局が未達成となった。

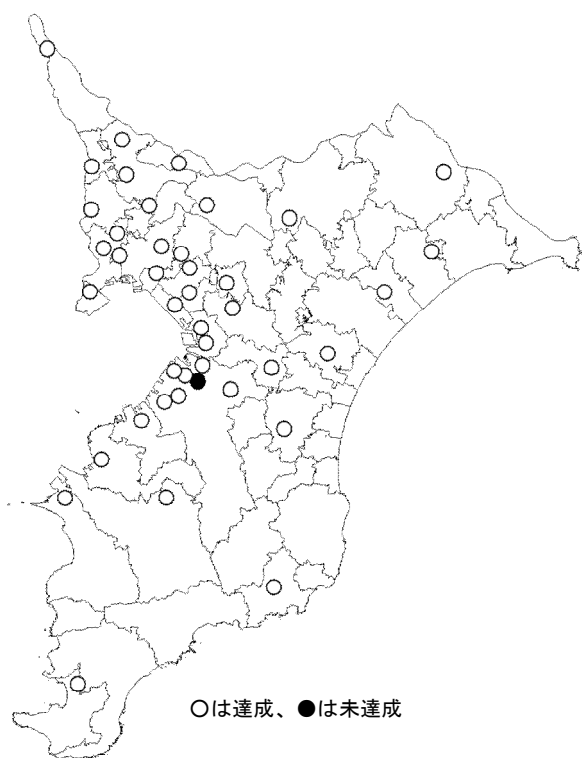


図2-7-7 PM2.5環境基準の達成状況（一般局）



図2-7-8 PM2.5長期基準の達成状況（自排局）

(5)注意喚起の状況

PM2.5については、平成25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平成25年3月12日より下記1の基準で運用を開始し、平成25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、平成25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、平成26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 平成25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 平成25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

一般局の年平均上位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9局と少ないため省略した。平均値では市原郡本局が24年度以外は1位となった。平成26年度までは上位4位までの濃度は環境基準の15.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えていたが、27年度以降は1位のみ基準を超過した。

日平均最高値では、市原郡本局が平成25、26年度と1位となり、年平均、日平均最高値共に高いことが示された。28年度はこれまで上位に入っていなかった、匝瑳椿、四街道鹿渡が上位に入った。なお、26年度以降は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)

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

	平成24年度		平成25年度		平成26年度		平成27年度		平成28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	印西高花	18.4	市原郡本	18.4	市原郡本	17.1	市原郡本	17.5	市原郡本	15.5
2	香取羽根川	18.3	香取羽根川	18.2	野田桐ヶ作	15.6	鎌ヶ谷軽井沢	14.6	鎌ヶ谷軽井沢	13.3
3	市原郡本	18.2	富津下飯野	17.5	富津下飯野	15.3	市原廿五里	14.4	柏大室 市原八幡	12.7
4	富津下飯野	17.1	市川本八幡	17.1	千葉千城台	15.1	野田桐ヶ作	14.2	千葉千城台 市原岩崎西	12.6
5	市原八幡	15.1	市原八幡	16.2	松戸根本 千葉花見川	14.9	市原八幡	13.9	市原五井	12.5

表2-7-5 PM2.5年日平均最高値(一般局)

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

	平成24年度		平成25年度		平成26年度		平成27年度		平成28年度	
	局名	日平均最高	局名	日平均最高	局名	日平均最高	局名	日平均最高	局名	日平均最高
1	市川大野	95.2	市原郡本	79.4	市原郡本	54.9	千葉花見川	58.8	匝瑳椿	48.0
2	市川本八幡	93.5	千葉蘇我	67.7	千葉蘇我	51.3	松戸根本	57.6	四街道鹿渡	41.5
3	印西高花	84.6	市原八幡	66.9	千葉千城台	51.2	柏大室	53.4	千葉千城台	41.0
4	千葉千城台	80.3	鎌ヶ谷軽井沢	66.5	富津下飯野	50.9	流山平和台	53.3	鎌ヶ谷軽井沢	40.2
5	松戸根本	70	市川大野	64.6	市川本八幡	50.5	千葉千城台	53.1	市原郡本	40.0

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、平成23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、平成24年度から市原岩崎西局及び勝浦小羽戸局で、平成27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、5市においても測定を行っている。(柏市は28年度冬より開始した。)

(1) 調査実施機関及び調査期間

調査実施機関及び調査期間は表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)	5.6-5.20	7.21-8.4	10.19-11.4	1.19-2.2
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)	5.6-5.20			
	市川柏井町	柏井町4-299-4	市街化調整区域		7.21-8.4	10.20-11.3	1.19-2.2
柏市	柏永楽台局	柏市永楽台2-8-1	一般環境(第一種低層住居専用地域)				2.5-2.19
船橋市	船橋高根台局	高根台5-2-1	一般環境(第一種中高層住居専用地域)	5.7-5.21	7.21-8.4	10.20-11.3	1.19-2.2
千葉市	千葉千城台局	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)	5.6-5.20	7.21-8.4	10.20-11.3	1.19-2.4
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)	5.6-5.23	7.21-8.4	10.20-11.3	1.19-2.2
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)	5.6-5.20	7.21-8.4	10.20-11.3	1.19-2.2
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)	5.6-5.20	7.21-8.4	10.20-11.3	1.19-2.2

(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富津下飯野局の冬の19.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、最も低かったのは勝浦小羽戸局の夏の3.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。年平均値の地理的分布を図2-7-9に示した。年平均値は、最も高かったのが富津下飯野局の13.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最も低かったのが勝浦小羽戸局の7.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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等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。平成25年度から28年度の季節別濃度の推移を図2-7-10に示した。28年度は夏季の濃度が最も低く、これまでと傾向が異なった。また、年間を通して、過去に比べて低く推移していた。

表2-7-7 各調査地点のPM2.5質量濃度

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

	松戸根本局	市川大野局 (柏井町)	柏永楽台	船橋高根台局	千葉千城台局	市原岩崎西局	勝浦小羽戸局	富津下飯野局
春	11.6	10.0	—	10.4	9.4	12.9	8.8	12.9
夏	5.6	5.4	—	5.3	4.6	5.7	3.6	6.4
秋	15.5	15.1	—	15.1	14.8	13.5	9.6	15.0
冬	13.6	11.6	10.0	12.7	11.3	13.5	8.8	19.8
年	11.6	10.7	—	10.9	10.0	11.4	7.7	13.5

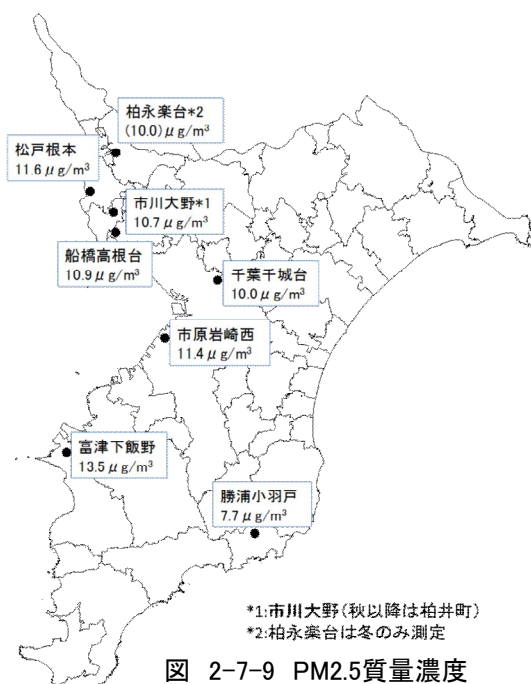


図 2-7-9 PM2.5質量濃度

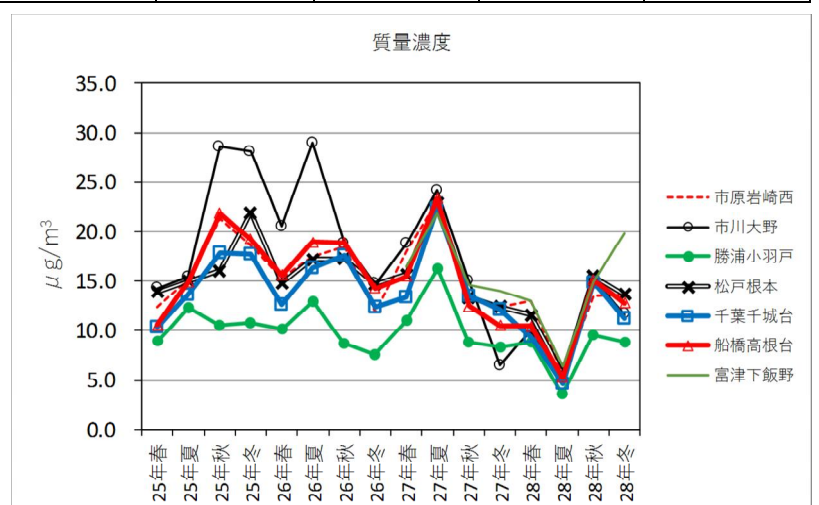


図 2-7-10 PM2.5質量濃度の季節変化

(船橋市は平成26年度が船橋日の出(車)局、27年度が船橋印西局で測定したため、図には含めていない。)

(3) 成分の割合

成分分析の年平均結果を図2-7-11に示した。いずれの調査地点でも、有機炭素が最も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る。勝浦小羽戸局で有機炭素が26.9%と高い割合となっているのはそうした植物起源のものの可能性が考えられる。有機炭素に次いで割合が高かったのは硫酸イオンであった。硝酸イオンは勝浦小羽戸局が4.7%と小さく、都市部である船橋市、市川市の地点は10~11%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、勝浦小羽戸が他地点に比べ1~2%低かった。

平成28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、40~60%近く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。

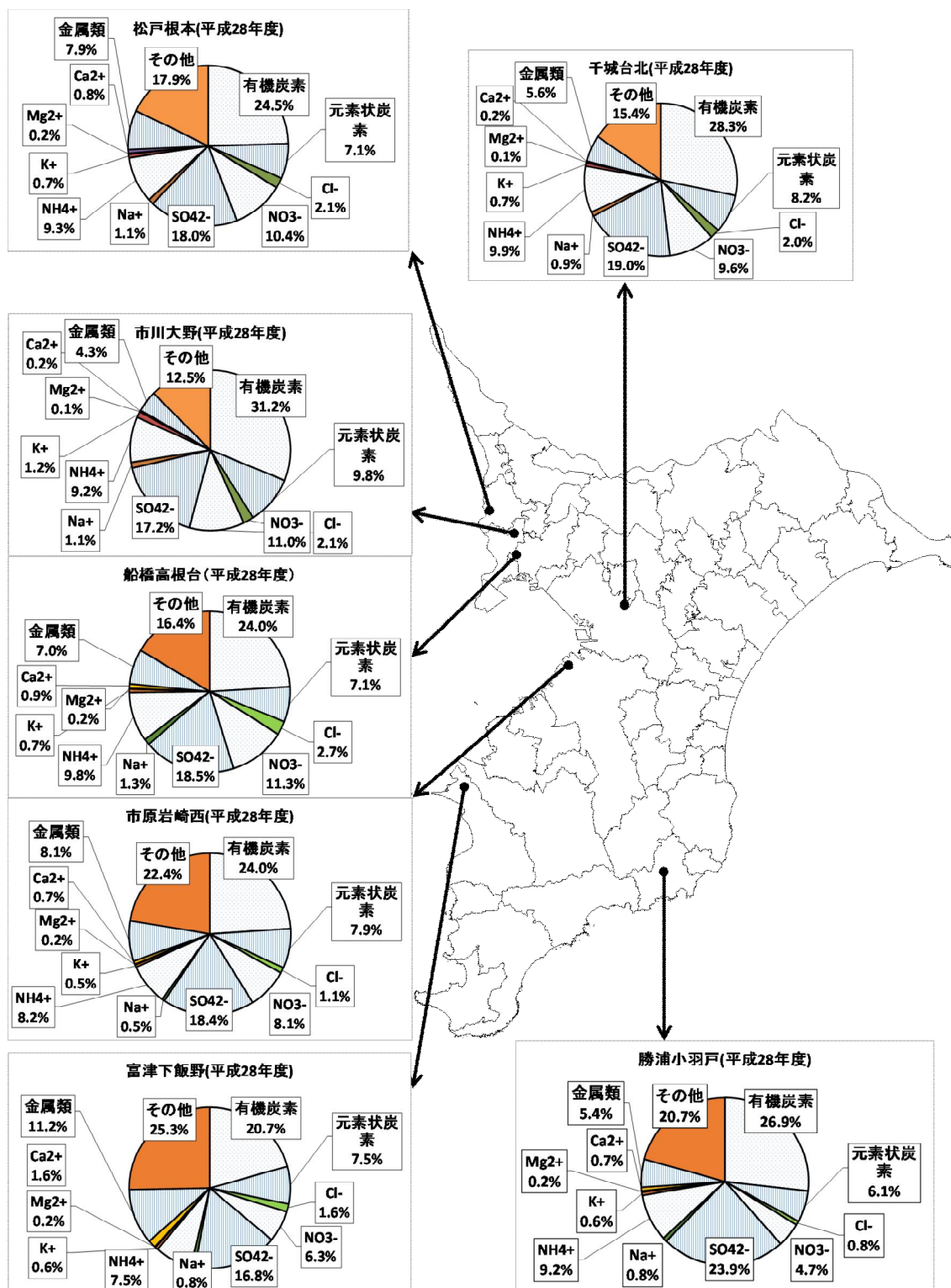


図 2-7-11 PM2.5成分分析結果

(4)PM2.5質量濃度及び主な成分の季節変化

図2-7-12に各地点の有機炭素、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⁺)の質量濃度に対する割合の季節変化を25～28年度について示した。

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。分析結果では秋に高くなる傾向を示す地点が多いが、他に季節については地点、年度によって傾向が異なった。

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。分析結果では、秋、冬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、分析結果でも夏季、冬季に高くなる傾向があった。28年度は夏のピークが不明瞭であった。



図 2-7-12 PM2.5各成分の質量濃度に対する割合の季節変化