第3節　微小粒子状物質の成分分析

1　調査概要

微小粒子状物質については、第1節3(4)で述べたとおり平成 21 年 9 月に環境基準が定められ、本市でも平成 24 年 2 月から質量濃度の測定を開始したところです。微小粒子状物質は発生源から直接排出される一次粒子のみならず、大気中の光化学反応や中和反応等によって生じる二次生成粒子からも構成されており、その発生源や二次生成粒子の生成メカニズムを知る上で、成分分析の実施が必要です。また、成分分析を実施することで、微小粒子状物質の人への健康影響への知見の集積も期待されます。

微小粒子状物質の成分分析は春夏秋冬の4季節において各季2週間程度、イオン成分、無機元素成分及び炭素成分について調査を実施することとなっています。本市では、平成 25 年度から「神水本町測定局」において成分分析を開始しました。平成 26 年度に調査地点を 2 地点追加し、計3地点で測定(「天明」は「城南町」に変更)するとともに、測定項目には炭素成分を追加し調査を実施しました。(表 1-3-1)

表 1-3-1 微小粒子状物質の成分分析の調査概要

調査地点		神水本町測定局、水道町測定局、天明測定局
調査期間	春季	平成27年 5月 7日 ～ 平成27年 5月21日
	夏季	平成27年 7月22日 ～ 平成27年 8月 6日
	秋季	平成27年10月21日 ～ 平成27年11月 3日
	冬季	平成28年 1月20日 ～ 平成28年 2月 4日
試料採取時間		10時から翌日の10時まで(1試料当たり)
調査項目	イオン成分（8項目）	塩化物イオン(Cl^-)、硝酸イオン(NO_3^-)、硫酸イオン(SO_4^{2-})、ナトリウムイオン(Na^+)、アンモニウムイオン(NH_4^+)、カリウムイオン(K^+)、マグネシウムイオン(Mg^{2+})、カルシウムイオン(Ca^{2+})
	無機元素（26項目）	ナトリウム(Na)、アルミニウム(Al)、カリウム(K)、カルシウム(Ca)、スカンジウム(Sc)、バナジウム(V)、クロム(Cr)、マンガン*(Mn)、鉄(Fe)、コバルト*(Co)、ニッケル(Ni)、銅*(Cu)、亜鉛(Zn)、砒素(As)、セレン*(Se)、モリブデン*(Mo)、アンチモン(Sb)、バリウム*(Ba)、トリウム*(Th)、鉛(Pb)、カドミウム**(Cd)、ベリリウム**(Be)、マグネシウム**(Mg)、銀**(Ag)、タリウム**(Tl)、ウラン**(U)
	炭素成分	OC1、OC2、OC3、OC4、OCpyro、EC1、EC2、EC3
	その他	質量濃度　※

*:成分分析ガイドラインの実施推奨項目
**:成分分析ガイドラインに記載がない項目
※第 1 節 3(4)に示す常時監視の質量濃度とは分析方法が異なる。

図　1-3-1　神水測定局における試料採取の様子

2 調査結果

調査結果は調査地点が 3 箇所あることから機器の故障等で 3 箇所採取が出来なかった日を除いて行いました。

(1)質量濃度

微小粒子状物質の質量濃度の季節ごとの平均値は、春季は 16.2 $\mu g/m^3$、夏季は、16.0 $\mu g/m^3$、秋季は、23.6 $\mu g/m^3$、冬季は 22.7 $\mu g/m^3$ で、年間平均値は 21.0 $\mu g/m^3$ でした(図 1-3-2)。例年と比較すると夏季に低くなる傾向は同じで、年平均値(平成 25 年度 25.6 $\mu g/m^3$、平成 26 年度 18.3 $\mu g/m^3$)はやや低い値となりました。これは高濃度事例が今年度は少なかったことが原因と考えられます。

今年度も 3 箇所の測定局(神水本町、水道町及び城南町)で成分分析を行いました。各季節とも水道町、神水本町で質量濃度が高く、城南町では秋季に濃度が高くなりました。秋季は 3 箇所とも高いことから、大陸からの影響があったものと考えられます。また、年間平均としては、城南町に比較して水道町で 1.13 倍、神水本町で 1.15 倍の濃度となっています。水道町及び神水本町は自動車排ガス測定局であり自動車排ガスの影響を受けた結果と考えられます。

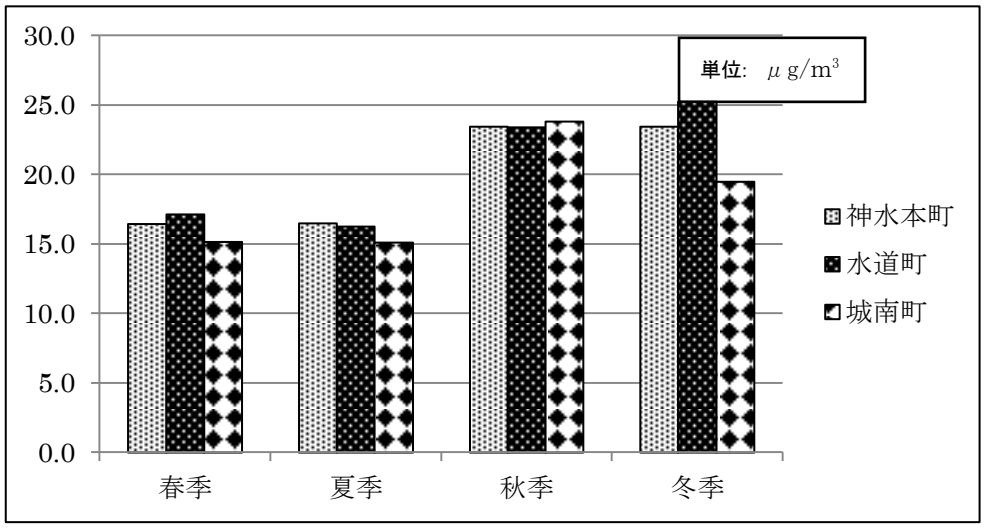


図 1-3-2 各測定局における季節ごとの質量濃度

表 1-3-2 各測定局における質量濃度測定結果

2015年度 春季			
調査日	神水本町	水道町	城南町
5月7日	11.3	14.7	11.4
5月8日	14.9	15.6	14.6
5月9日	15.3	16.3	13.2
5月10日	22.3	21.7	20.0
5月11日	15.5	14.9	15.8
5月12日	13.2	13.4	12.3
5月13日	17.5	19.4	16.2
5月14日	12.7	13.9	11.4
5月15日	11.1	11.3	9.2
5月16日	28.0	29.3	24.4
5月17日	23.7	23.0	22.6
5月18日	9.3	9.7	8.2
5月19日	15.5	16.9	14.1
5月20日	19.7	19.9	18.8
5月21日	14.8		14.7
平均	16.4	17.1	15.2
3ヶ所平均	16.2		

2015年度 夏季			
調査日	神水本町	水道町	城南町
7月22日	6.7	7.5	5.1
7月23日	8.3	8.2	7.5
7月24日	10.5	10.6	10.3
7月27日	13.8	14.1	12.5
7月28日	16.4	16.7	14.5
7月29日	18.0	16.9	16.0
7月30日	19.1	18.9	16.8
7月31日	18.0	17.8	16.1
8月1日	17.5	16.9	16.1
8月2日	14.3	13.6	12.9
8月3日	14.8	13.9	12.3
8月4日	24.3	22.4	21.5
8月5日	29.8	30.7	27.7
8月6日	19.7	19.3	22.0
平均	16.5	16.3	15.1
3ヶ所平均	16.0		

2015年度 秋季			
調査日	神水本町	水道町	城南町
10月21日	49.5	44.2	47.1
10月22日	27.6	31.0	28.8
10月23日	34.3	35.0	35.8
10月24日	34.1	33.6	33.8
10月25日	10.3	9.2	12.4
10月26日	23.4	24.9	26.0
10月27日	10.5	10.9	11.5
10月28日	11.1	11.8	10.5
10月29日	20.1	22.3	21.0
10月30日	22.6	20.9	23.3
10月31日	14.2	12.7	14.6
11月1日	28.1	26.7	27.7
11月2日	18.3	20.1	16.4
11月3日	24.3	24.4	24.3
平均	23.5	23.4	23.8
3ヶ所平均	23.6		

2015年度 冬季			
調査日	神水本町	水道町	城南町
1月20日	17.5	17.6	14.7
1月21日	31.9	34.2	
1月22日	14.8	13.1	13.0
1月23日	24.3	25.3	22.2
1月24日	11.6	12.0	
1月25日	20.8	22.7	12.8
1月26日	24.4	28.4	19.7
1月27日	26.0	30.8	21.0
1月28日	36.6	36.8	31.7
1月29日	9.9	10.7	6.3
1月30日	10.2	11.4	9.4
1月31日	39.8	47.3	34.0
2月1日	34.6	36.1	28.4
2月2日	22.3	23.0	20.5
2月3日			17.3
2月4日			35.9
平均	23.4	25.3	19.5
3ヶ所平均	22.7		

※平均は 3 測定局のデータがそろっている日のみで算出した。

(2)成分の割合について

微小粒子状物質の季節ごとの成分の割合は年平均でイオン成分(46.2%)、炭素成分(32.6%)、無機成分(2.1%)、その他(19.1%)でした。季節を比較すると夏季、秋季に炭素成分の割合が少し高くなる(33.6～35.6%)結果で概ね昨年と同様の傾向でした。各測定局で成分の割合を比較したところ一般環境測定局の城南町に比べて自動車排ガス測定局の神水本町及び水道町が ~~5~~20%程度炭素成分の割合が多くなっています。これは神水本町及び水道町周辺が都市部であることから、自動車排ガス等の影響を受けているからではないかと考えられます。(図 1-3-3、図 1-3-4、図 1-3-5 参照)

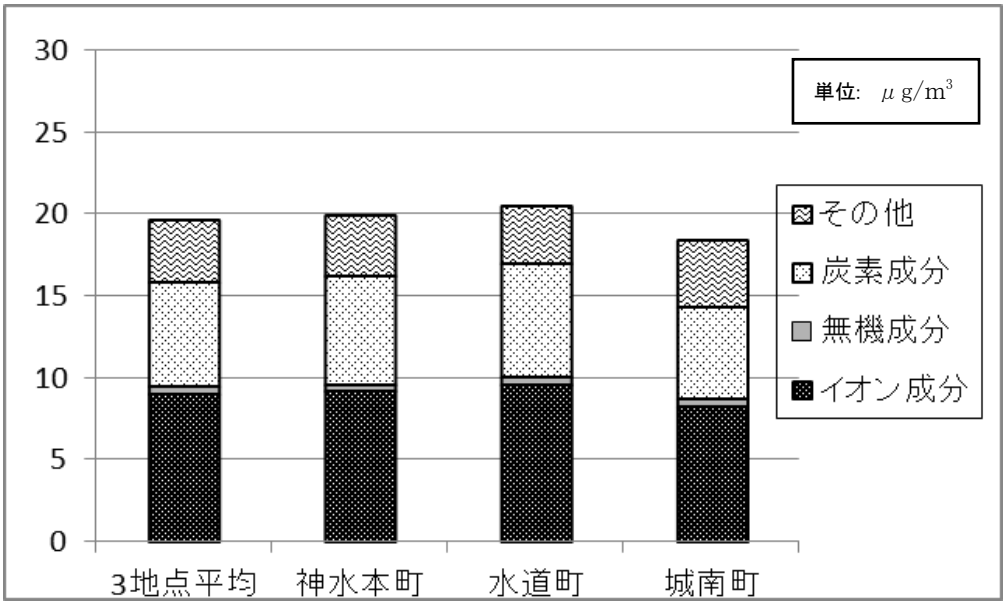


図 1-3-3 各測定局における年平均の微小粒子状物質成分

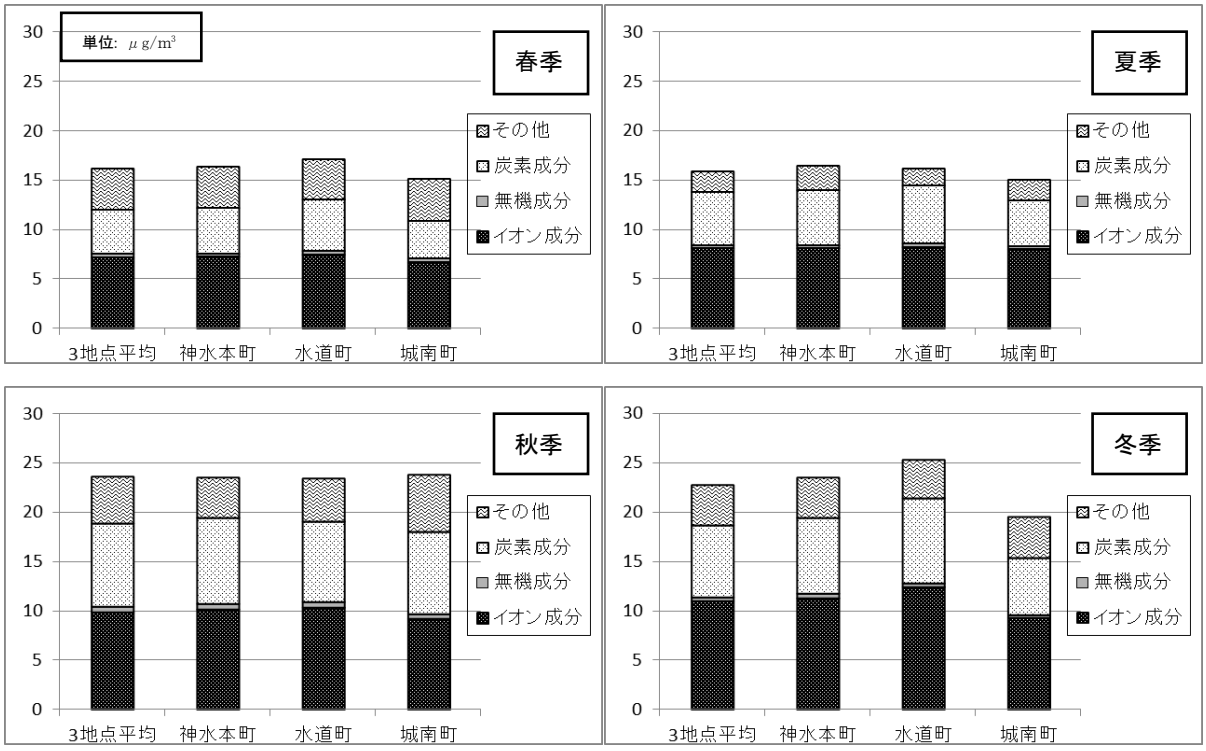


図 1-3-4 各測定局における各季節の微小粒子状物質成分

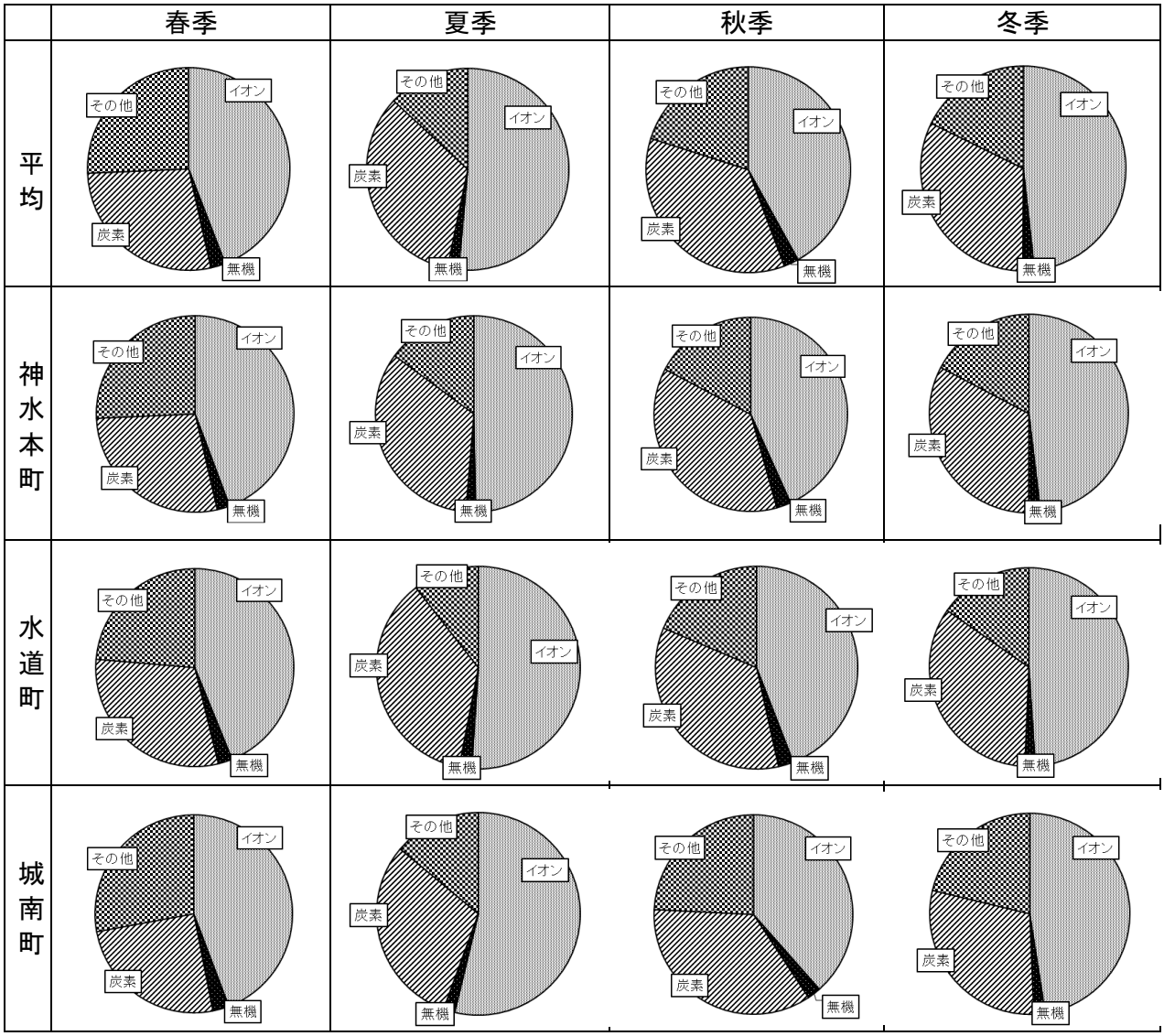


図 1-3-5 各測定局における季節ごとの微小粒子状物質成分割合

(3)主な成分について

微小粒子状物質の主な成分の各測定局の季節ごとの平均を図 1-3-6 に示します。

① 年間を通して硫酸イオン、有機性炭素成分が多く、硫酸イオンは春季に多く、有機性炭素成分は秋季に多い結果でした。

② 硝酸イオンは夏季に少なく、冬季に多くなりました。硝酸イオンはアンモニウムイオンと塩を形成し硝酸アンモニウムとして粒子化していると考えれており、その粒子は気温が低いほうが生成しやすいことから測定結果と整合性がありました。

③ アンモニウムイオンは測定局ごとの差がなく、冬季に多くなりました。同イオンは硫酸イオン、硝酸イオンとそれぞれ塩を形成していると考えられます。

④ 有機性炭素成分は自動車排ガス測定局である水道町と神水本町が年間を通して城南町より高く、季節では秋季に多い結果でした。

⑤ 無機性炭素成分も有機性炭素成分と同様の傾向であり自動車排ガスの影響を受けていると考えられます。

⑥ 炭素成分（OC+EC）を各測定局で比較すると年平均の質量濃度差とほぼ同じ値になることから各測定局の質量濃度の違いは主な原因は炭素成分と考えられます。
（年平均質量濃度） 神水本町 21.7 μ g/m^3、水道町 22.2 μ g/m^3、城南町 19.3 μ g/m^3

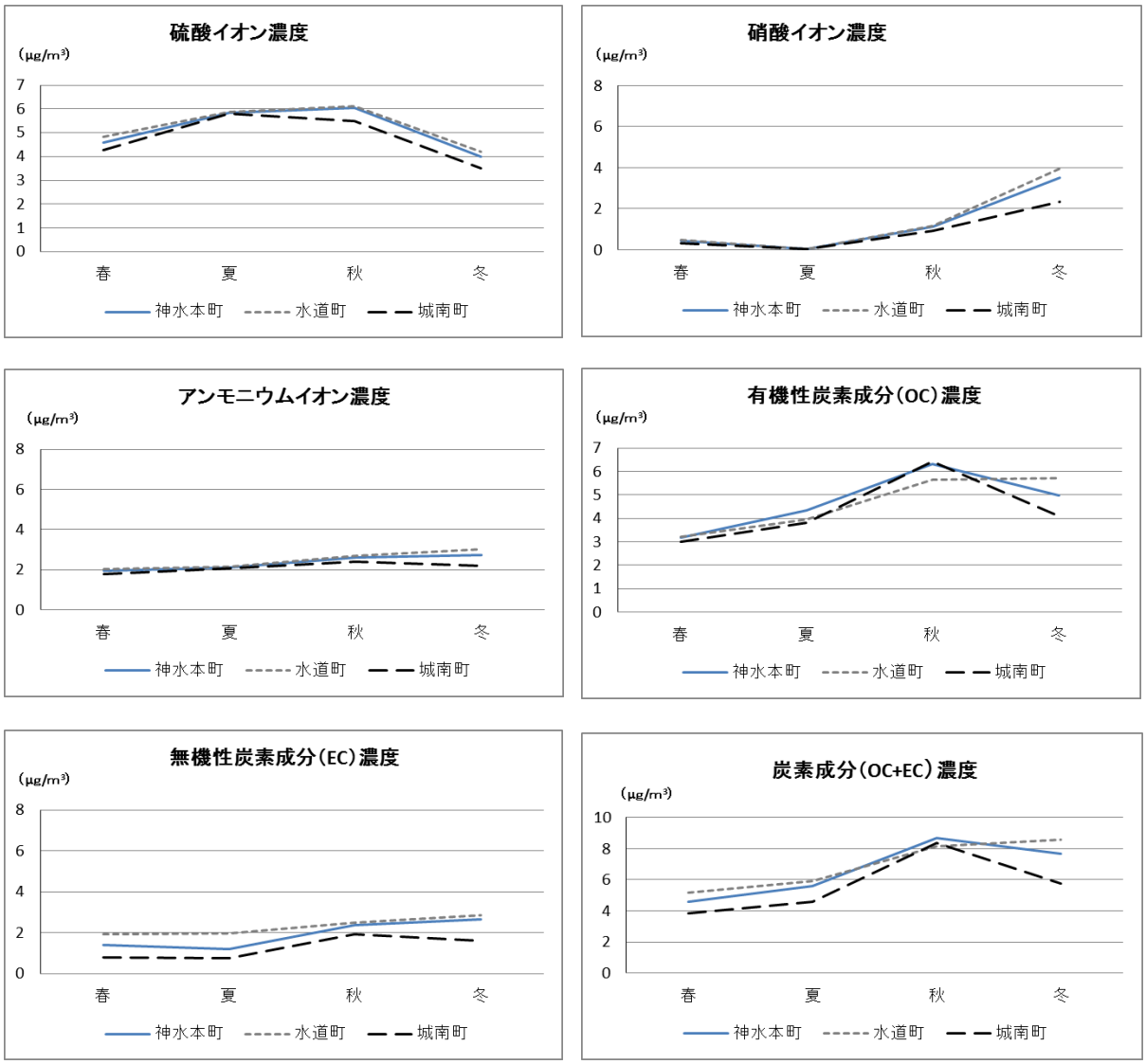


図　1-3-6　季節ごとの微小粒子状物質の主成分

(4) 無機成分について

無機成分は年平均で質量濃度の 2.0%と割合は小さいものの質量濃度の変動に比例している傾向が見られます。3 箇所を比較すると秋季及び冬季は自動車排ガス測定局である神水本町と水道町が高いものの夏春季はこの傾向が逆転しています。春季に郊外でも高くなっていることから、春季は特に大陸の影響を受けていると思われます。

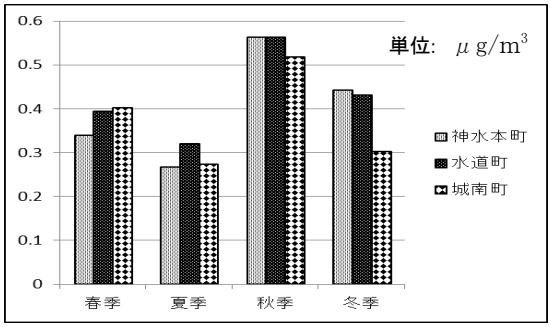
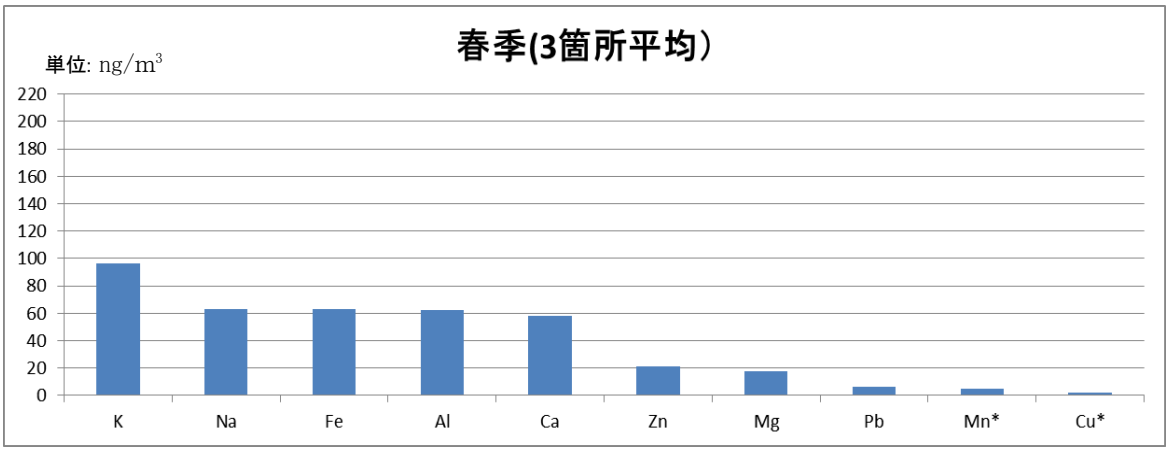
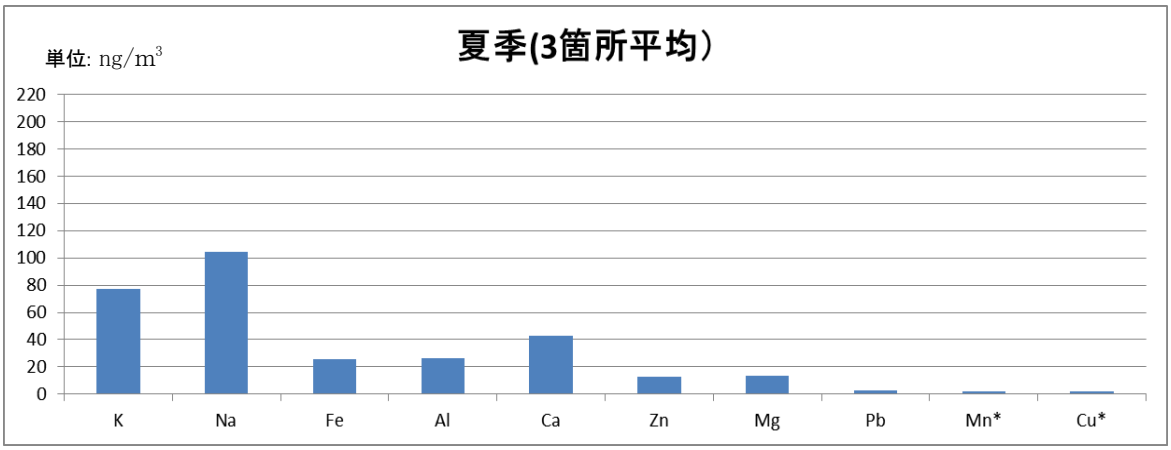
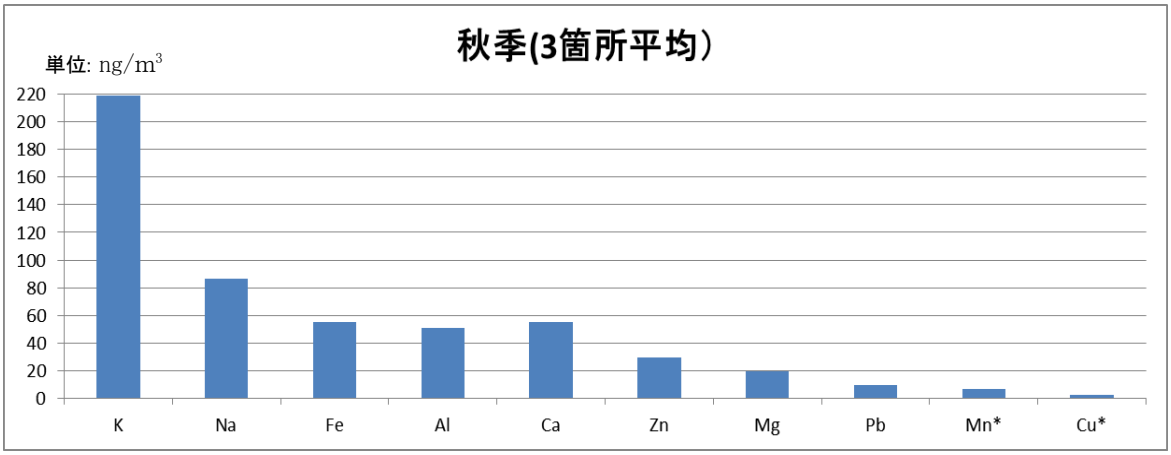


図　1-3-7　各測定局における各季節の無機成分量







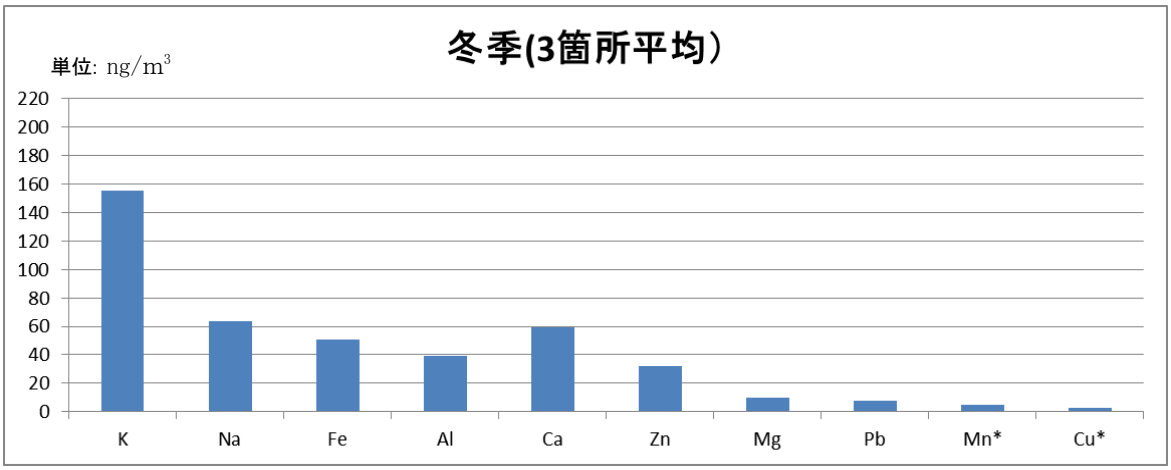


図　1-3-8　各季節の無機成分(3 箇所平均　成分量の多い 10 種類)

3 まとめ

- 質量濃度は、夏季は低く、秋、冬季は高い結果となりました。
  春季平均(16.2 $\mu g/m^3$) (参考:H26 18.8 $\mu g/m^3$、H25 30.0 $\mu g/m^3$)
  夏季平均(16.0 $\mu g/m^3$) (参考:H26 12.9 $\mu g/m^3$、H25 12.6 $\mu g/m^3$)
  秋季平均(23.6 $\mu g/m^3$) (参考:H26 20.4 $\mu g/m^3$、H25 30.6 $\mu g/m^3$)
  冬季平均(22.7 $\mu g/m^3$) (参考:H26 21.3 $\mu g/m^3$、H25 29.0 $\mu g/m^3$)
  過去と比較して夏季が低く、秋、冬季が高くなる結果となりました。
  測定局 3 箇所の比較では各季節とも自動車排ガス測定局の水道町と神水本町が高く、一般環境測定局である城南町が低い結果であり、その差は年平均で 1.1 $\mu g/m^3$ 程度でした。

- 年平均の成分の割合は次のとおりでした。
  イオン成分(46.2%)
  炭素成分(32.6%)
  無機成分(2.1%)
  その他(19.1%)
  秋季と冬季でイオン成分の割合が高くなる傾向が見られました。
  測定局 3 箇所の比較では成分の割合では大きな差はありませんでした。

- 主な成分はイオン成分と炭素成分でした。
  イオン成分では硫酸イオン、硝酸イオン及びアンモニウムイオンが多く、2次生成物質の硫酸アンモニウム、硝酸アンモニウムを形成していると考えられます。硫酸アンモニウムと硝酸アンモニウムの和は質量濃度の変動に追随しており微小粒子状物質濃度が高くなる主原因になります。測定局 3 箇所の比較ではイオン成分は大きな差は見られませんでした。
  炭素成分では有機性炭素成分(OC)が無機性炭素成分(EC)の年平均で 2.4 倍と多い結果でした。有機性炭素成分(OC)が秋季に高くなっておりバイオマス燃焼の影響が考えられます。
  測定局 3 箇所の比較ではイオン成分では大きな差はありませんでしたが、炭素成分では自動車排ガス測定局である水道町と神水本町が高い結果でした。炭素成分の差は自動車排ガスの影響と考えられます。

平成 25 年度から神水本町で成分分析を開始し、平成 26 年度は測定箇所を水道町と天明を追加、平成 27 年度には天明を城南町に変更するとともに、平成 26 年度から測定項目に炭素成分を追加しました。

平成 27 年度の測定結果は、質量濃度は例年とほぼ同様の傾向であり、高濃度時には硫酸イオン、アンモニウムイオンが多く検出されました。また、季節ごとのイオン成分の変化も見られました。

3 測定局での比較では、質量濃度の差が自動車排ガス測定局と一般環境測定局で確認できました。また、その質量濃度の差の大きな原因が炭素成分であることが分かりました。

平成 28 年度の成分分析は、城南町の他、都市部のデータとしては神水本町を廃止し、水道町に絞って行います。これまでの結果を踏まえ、発生原因の解明のための更なる知見の集積が期待されます。