

第4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年度は「神水本町測定局」で調査を実施しました。(表1-4-1)

表1-4-1 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	
調査期間	春季	平成25年5月8日～平成25年5月24日 (16日間)
	夏季	平成25年7月25日～平成25年8月8日 (14日間)
	秋季	平成25年10月23日～平成25年11月6日 (14日間)
	冬季	平成26年1月22日～平成26年2月5日 (14日間)
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)
	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 1-4-1 神水測定局における試料採取の様子

2 調査結果

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 $30.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、夏季は、 $12.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、秋季は、 $30.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、冬季は $29.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で、夏季は低く、春、秋、冬季は高くなり、年間平均値は、 $25.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ でした。(図 1-4-2) 煙霧が観測された日は、濃度が高くなる傾向があり、春、秋、冬季は、日平均値の最小値と最大値の差が大きくなりました。(図 1-4-6,12,18,24)

イオン成分8項目の各季節の平均値の合計は、それぞれの質量濃度全体の 43.8~66.9%を占めていました。(図 1-4-3,7,13,19,25) 硫酸イオン、アンモニウムイオン、硝酸イオンが多く含まれており、硫酸アンモニウムや硝酸アンモニウムが微小粒子状物質の主要な成分の一つと考えられます。また、季節変動として、春季は硫酸イオンが、秋、冬季は硝酸イオンが高くなる傾向がありました。(図 1-4-7,19,25)

無機元素成分 26 項目の各季節の平均値の合計は、それぞれの質量濃度全体の 1.9~2.9%を占めていました。(図 1-4-3,7,13,19,25) 無機元素成分中では、カリウム、ナトリウム、鉄、アルミニウムが、多く含まれていました。(図 1-4-3) 土壌や海塩に含まれている成分が上位を占めており、若干の順位の変動はあるものの、大きな季節変動は認められませんでした。(図 1-4-5,11,17,23) 人為的な発生要因の指標でもある、クロム、マンガン、ヒ素、セレン、鉛なども検出されており、これらの項目は、硫酸イオンや硝酸イオンとともに増加した日があり、大陸からの汚染物質の流入を裏付ける結果となりました。(図 1-4-9,10,15,16,21,22,27,28)

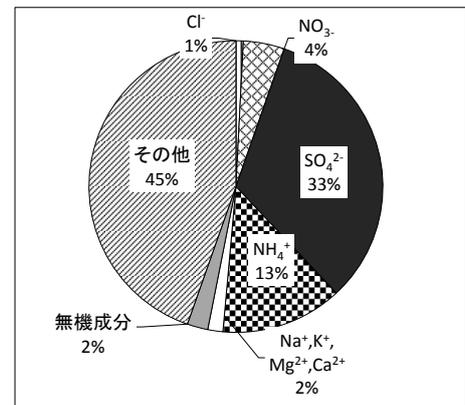
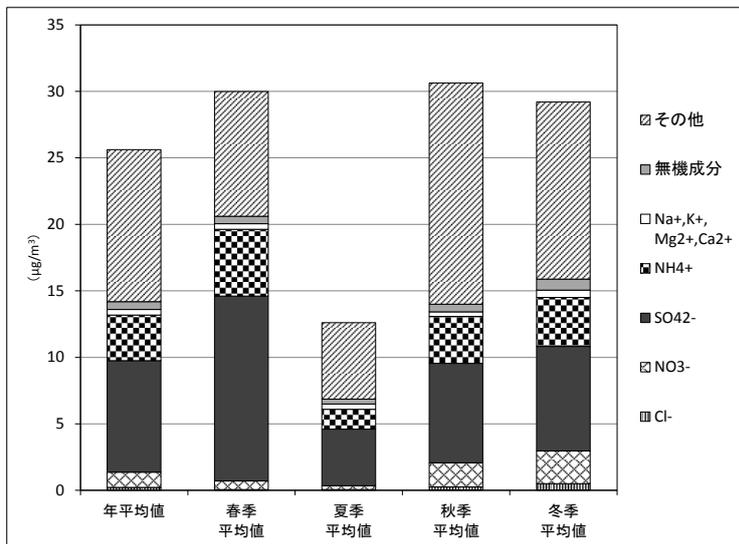


図 1-4-3 微小粒子状物質の成分割合 (年平均値)

図 1-4-2 微小粒子状物質の成分濃度の年平均値と季節平均値

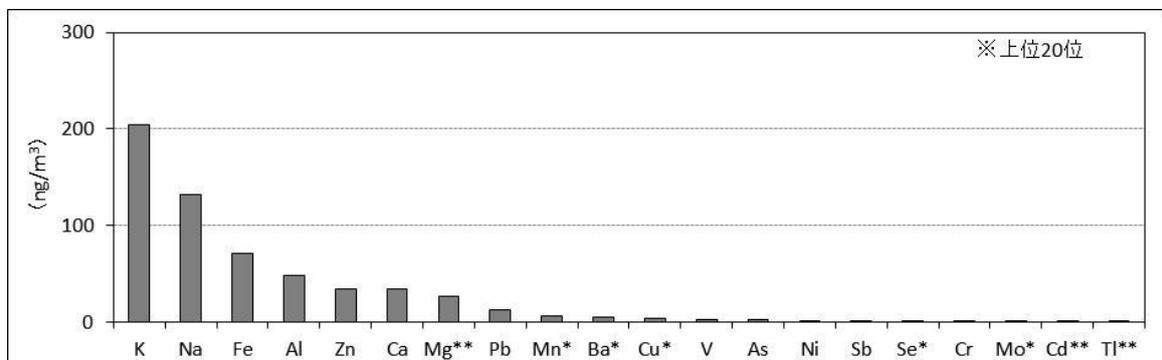


図 1-4-4 微小粒子状物質の無機元素成分濃度(年間平均値)

(1) 春季調査結果

平成 25 年 5 月 8 日から平成 25 年 5 月 24 日にかけて春季調査を実施しました。期間中に、煙霧が 5 月 9、12、17、21、22、23 日に観測され、1mm 以上雨が降った日は、5 月 10、19 日でした。(図 1-4-6)

また、5 月 22、23、24 日は、微小粒子状物質に関する注意喚起(県内全域)が実施されています。

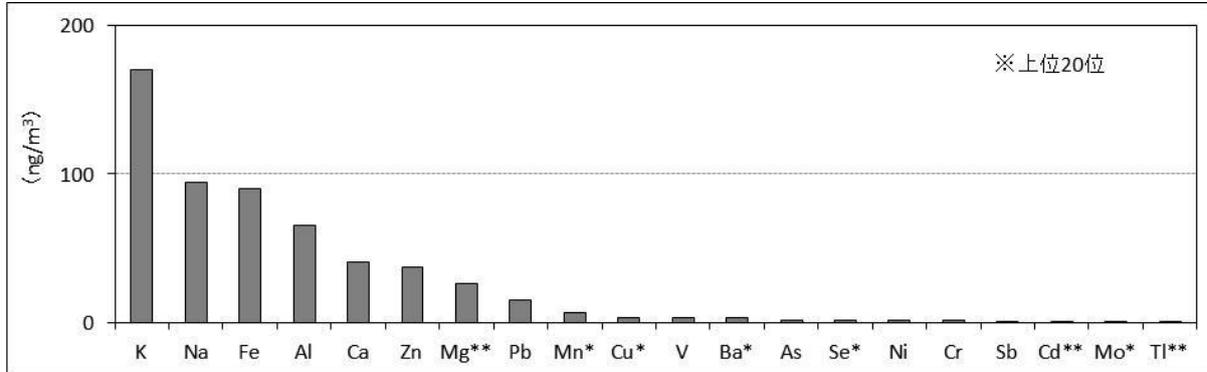


図 1-4-5 微小粒子状物質の無機元素成分濃度(春季平均値)

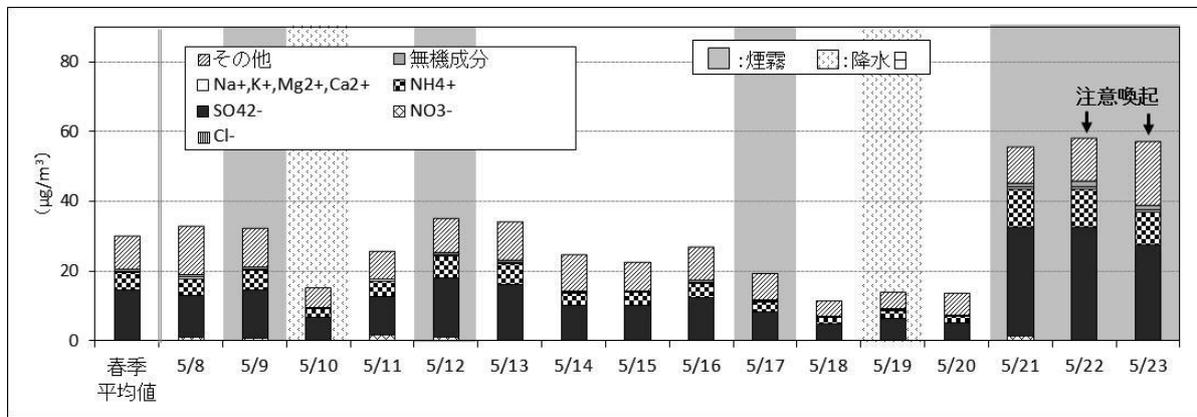


図 1-4-6 微小粒子状物質の成分濃度の日平均値推移(春季)

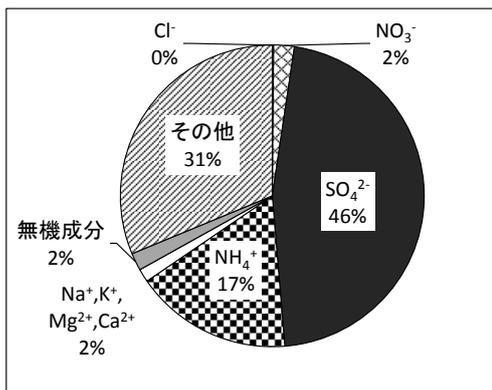


図 1-4-7 微小粒子状物質の成分割合(春季平均値)

無機元素成分濃度の年平均値と春季平均値を比較すると、上位4物質の順位に変動はありませんが、カルシウムが5番目に位置しています。下位の微量成分に関しては、順位の変動は見られますが、大きな濃度変化は認められませんでした。(図 1-4-5)成分割合の年平均値と春季平均値を比較すると、硝酸イオンとその他の項目の割合が減少していますが、硫酸イオンとアンモニウムイオンの割合が増加しています。(図 1-4-7)

成分濃度の日平均値の推移では、塩素イオン、硝酸イオン、硫酸イオン、アンモニウムイオンを区分し、その他のイオン成分(ナトリウムイオン、カリウムイオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオン)は合計して取り扱っています。また、既測定分の無機成分は合計して、不明分に関しては、「その他」として取り扱っています。

春季の成分濃度の日平均値の推移を見ると、質量濃度は 11.6~58.0 μg/m³ を推移していました。煙霧観測日は質量濃度が高くなる傾向がみられました。調査日によって、それぞれの成分の

割合に変動が見られましたが、煙霧観測日は、他の調査日と比較して、硫酸イオンと無機元素成分の割合が増加し、その他の割合が減少する傾向がみられました。(図 1-4-6)

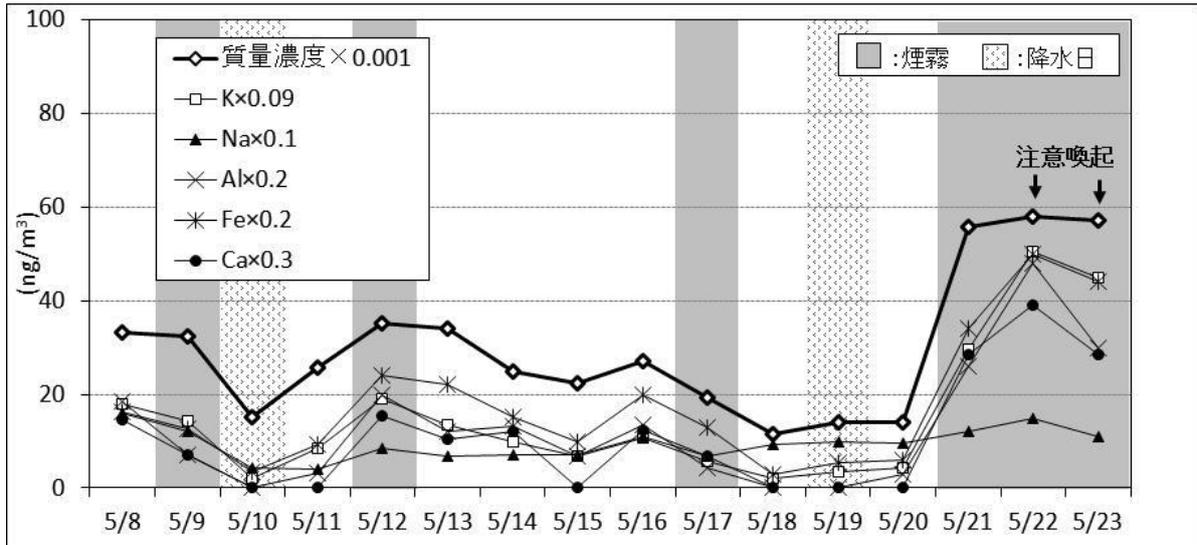


図 1-4-8 無機元素成分の日平均値推移(土壌、海塩起源)(春季)

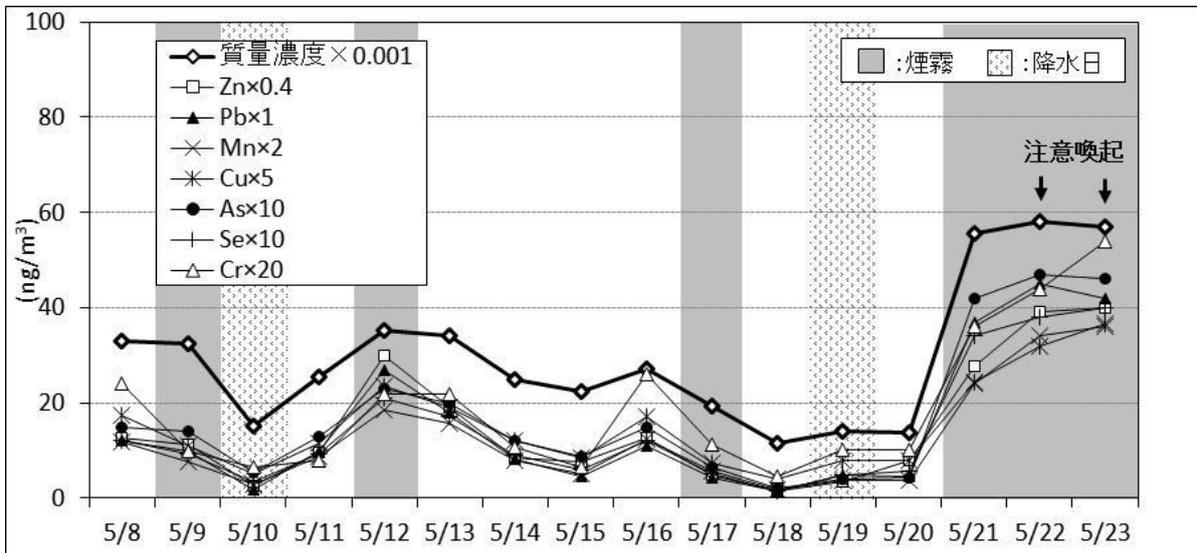


図 1-4-9 無機元素成分の日平均値推移(人為的起源)(春季)

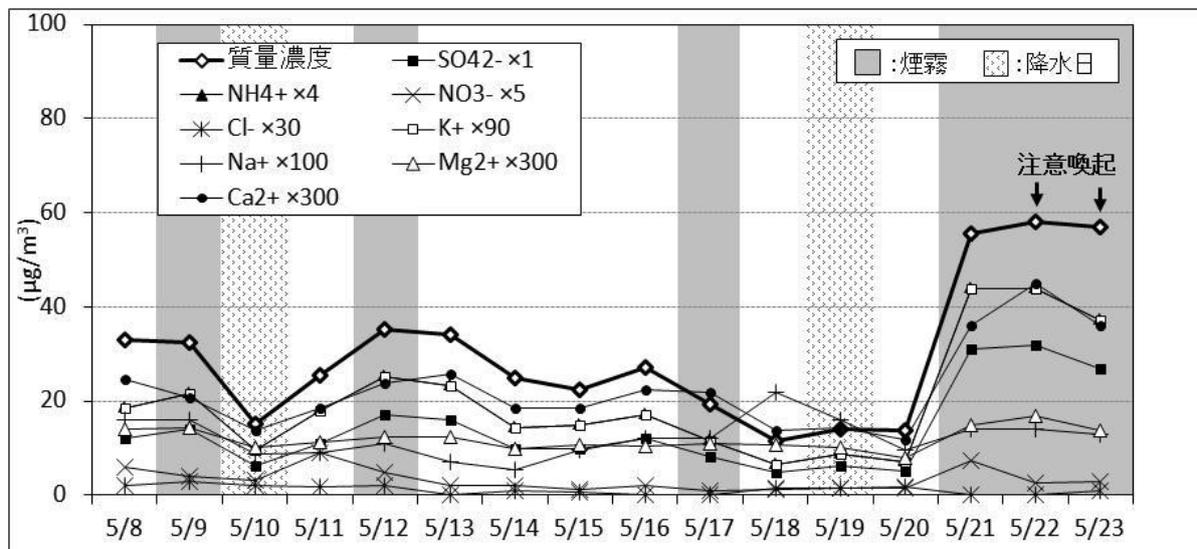


図 1-4-10 イオン成分の日平均値推移(春季)

無機元素成分のうち、土壌、海塩起源の成分(ナトリウム、カリウム、カルシウム、アルミニウム、鉄)と、発生に人為的な影響が大きい成分(鉄鋼業(クロム、マンガン、銅、亜鉛)、石炭の燃焼(ヒ素、セレン、鉛))についてグラフ化し比較を行いました。

また、イオン成分は、測定した全ての項目(8項目)についてグラフ化し比較を行いました。

春季では、土壌、海塩起源の無機元素成分は、ナトリウム以外の項目で質量濃度の変動に追従して増減していました。(図 1-4-8)

人為的起源の無機元素成分は、全ての項目で質量濃度の変動に追従して増減していました。(図 1-4-9)

イオン成分に関しては、硫酸イオン、アンモニウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオンが、質量濃度の変動に追従して増減していました。(図 1-4-10)

(2) 夏季調査結果

平成 25 年 7 月 25 日から平成 25 年 8 月 8 日にかけて夏季調査を実施しました。期間中に、煙霧が 7 月 25 日に観測され、1mm 以上雨が降った日は、7 月 26、28、29 日、8 月 4、5 日でした。(図 1-4-12)

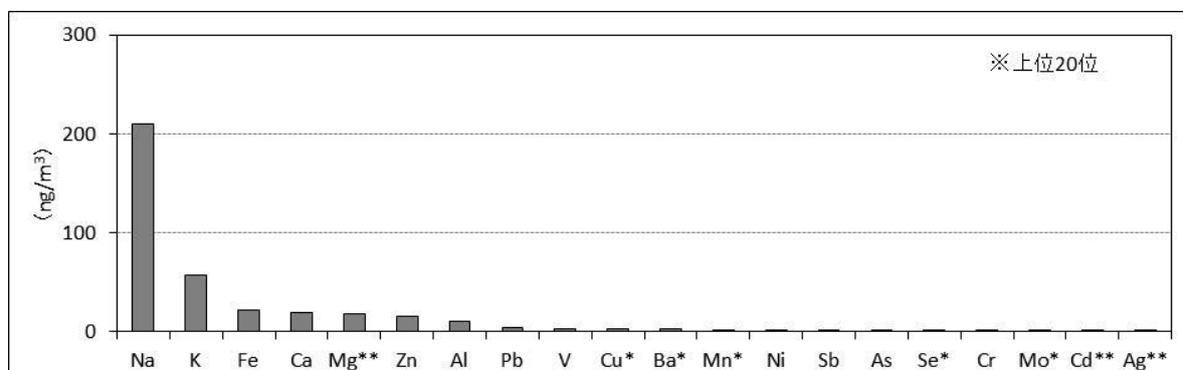


図 1-4-11 微小粒子状物質の無機元素成分濃度(夏季平均値)

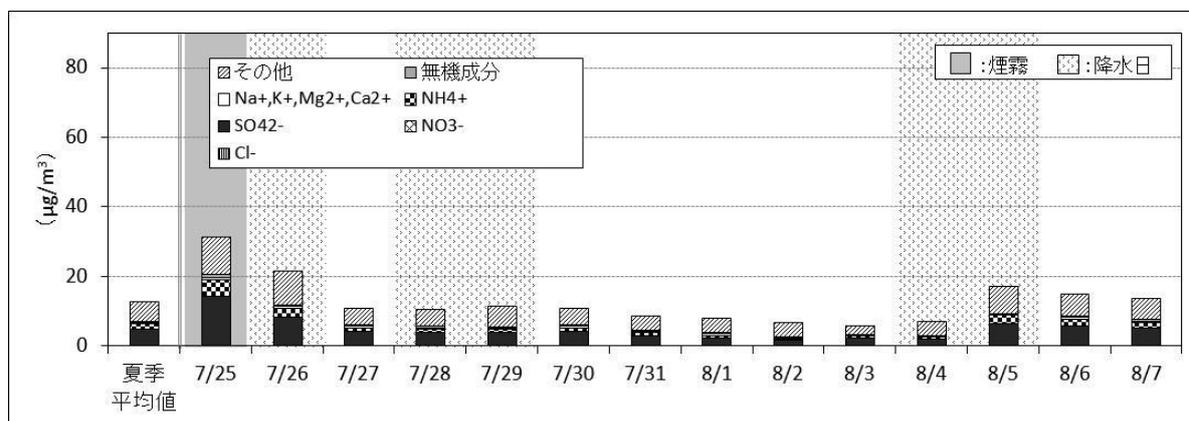
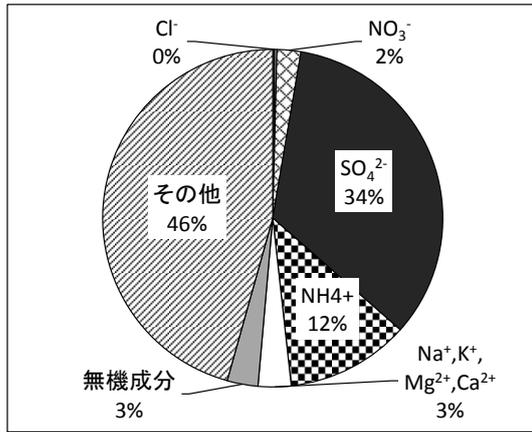


図 1-4-12 微小粒子状物質の成分濃度の日平均値推移(夏季)



無機元素成分濃度の年平均値と夏季平均値を比較すると、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム等の海塩由来の物質が増えています。下位の微量成分に関しては、順位の変動は見られますが、大きな濃度変化は認められませんでした。(図 1-4-11)

成分割合の年平均値と夏季平均値を比較すると、年平均値と同じような割合を示しています。(図 1-4-13)

図 1-4-13 微小粒子状物質の成分割合(夏季平均値)

夏季の成分濃度の日平均値の推移をみると、質量濃度は $5.5 \sim 31.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を推移していました。煙霧観測日は春季と同様に質量濃度が高くなりましたが、夏季調査期間を通じて質量濃度は低く推移しています。(図 1-4-12)

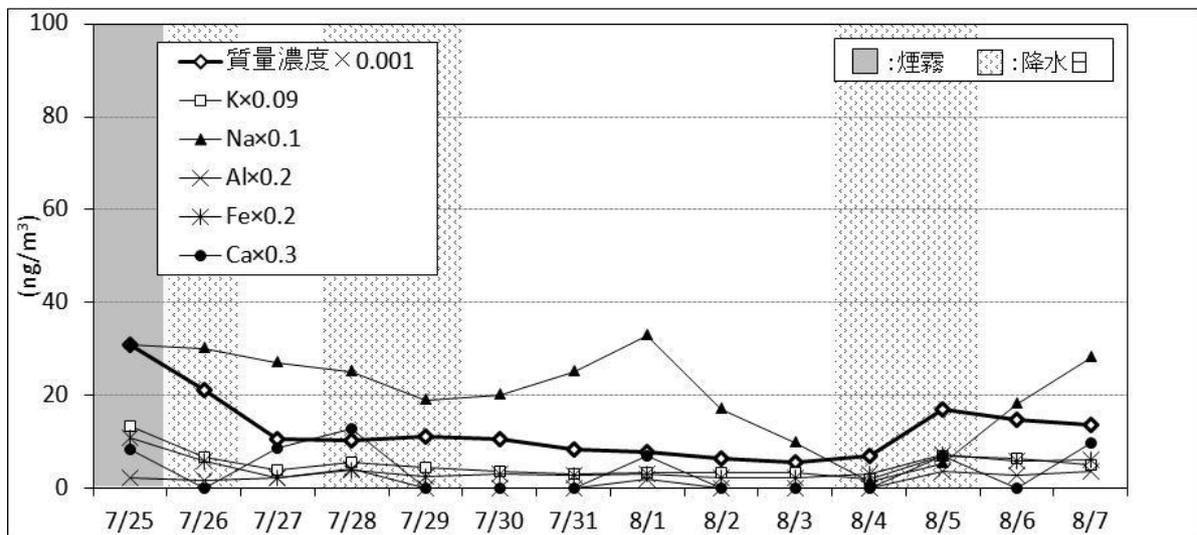


図 1-4-14 無機元素成分の日平均値推移(土壌、海塩起源)(夏季)

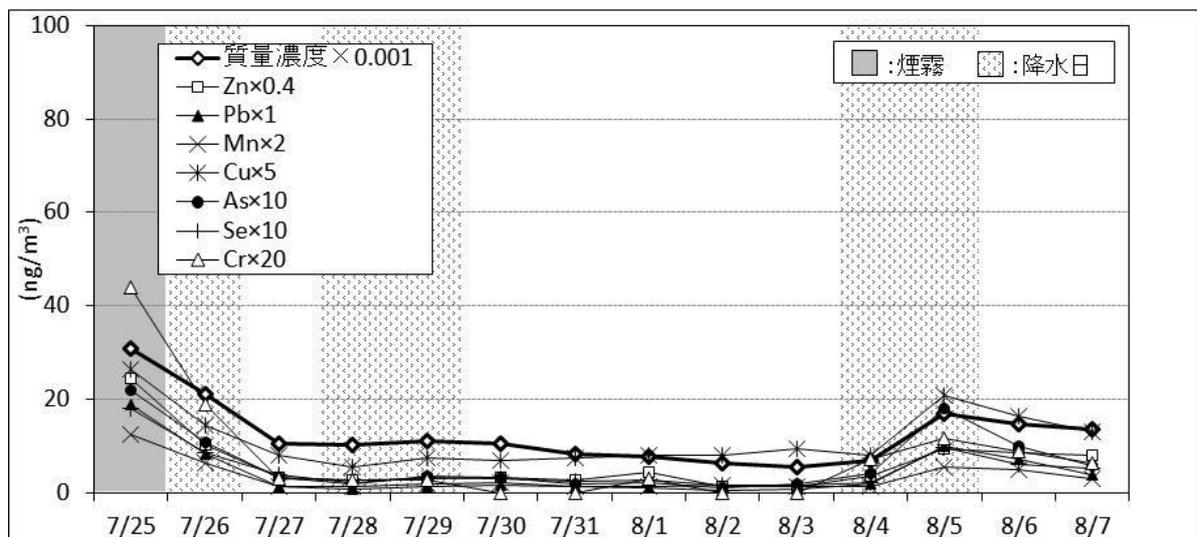


図 1-4-15 無機元素成分の日平均値推移(人為的起源)(夏季)

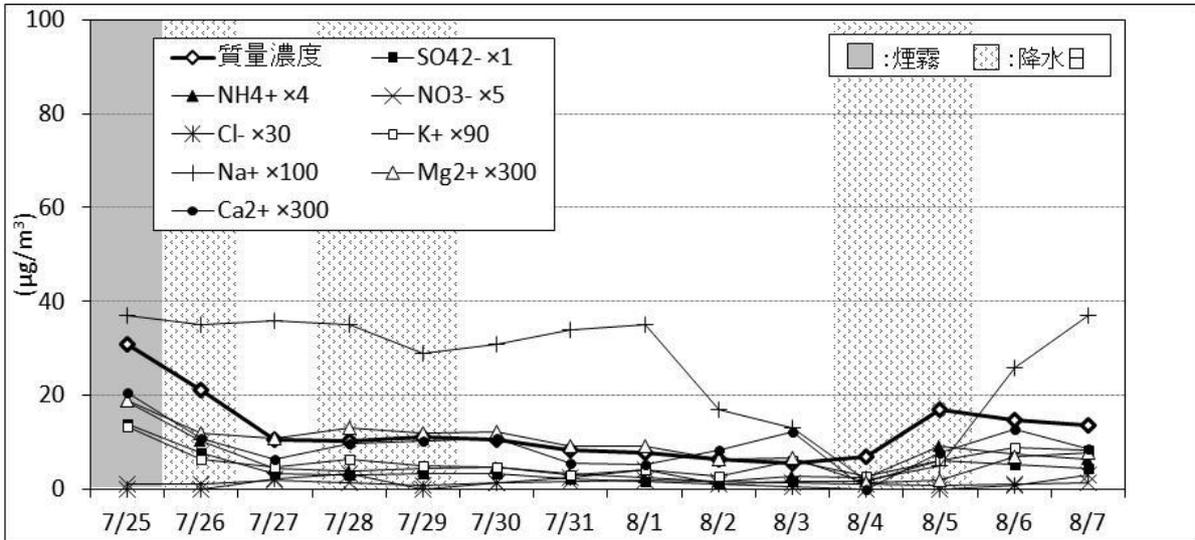


図 1-4-16 イオン成分の日平均値推移(夏季)

夏季では、質量濃度の変動があまりないため、ナトリウム以外で特徴的な傾向は見られませんでした。

ナトリウムに関しては、質量濃度の変動と違う傾向を示しており、他の項目とは違う発生要因があると推測されます。(図 1-4-14,15,16)

(3) 秋季調査結果

平成 25 年 10 月 23 日から平成 25 年 11 月 6 日にかけて秋季調査を実施しました。期間中に煙霧が、10 月 31 日、11 月 1、2 日に観測されました。また、1mm 以上雨が降った日は、10 月 23、24、25 日、11 月 3 日でした。

また、11 月 3 日は、微小粒子状物質に関する注意喚起(県北地域)が実施されています。今回の場合は、試料採取の時間(10 時～翌 10 時)と注意喚起の判断時間の関係から、前日の方が質量濃度が高い結果となっています。(図 1-4-18)

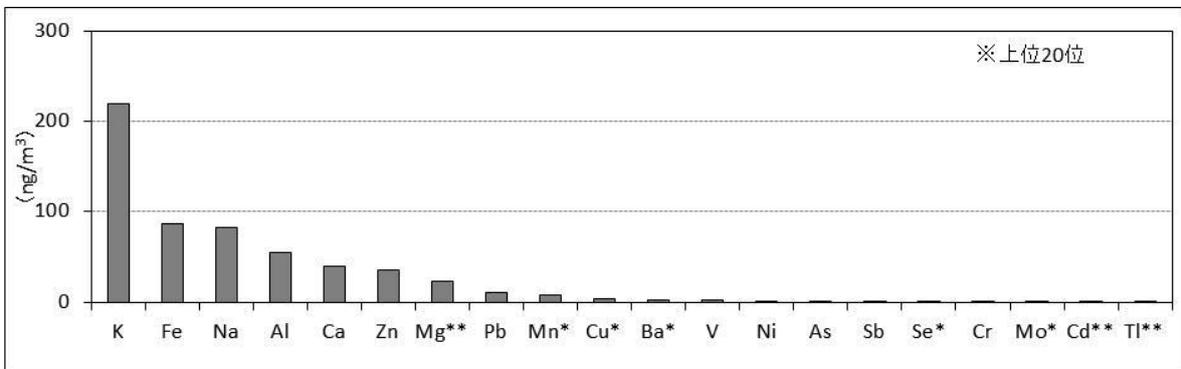


図 1-4-17 微小粒子状物質の無機元素成分濃度(秋季平均値)

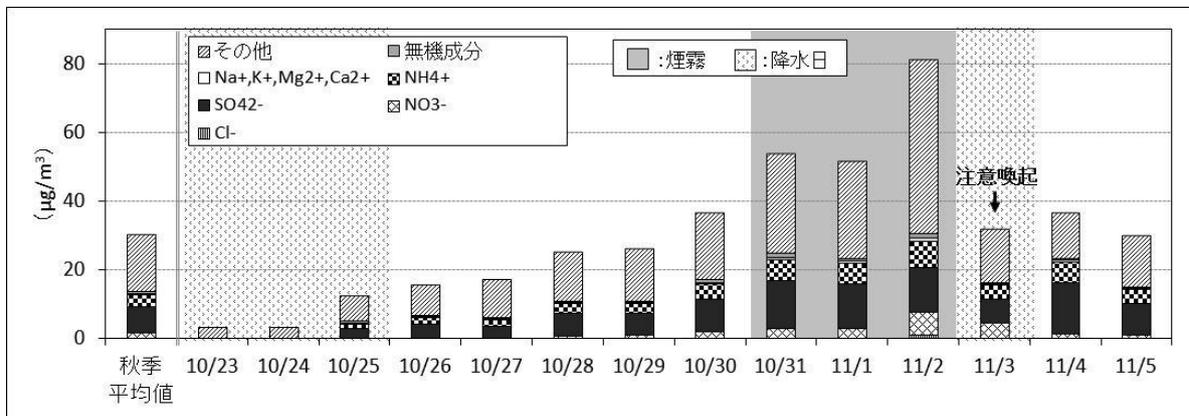


図 1-4-18 微小粒子状物質の成分濃度の日平均値推移(秋季)

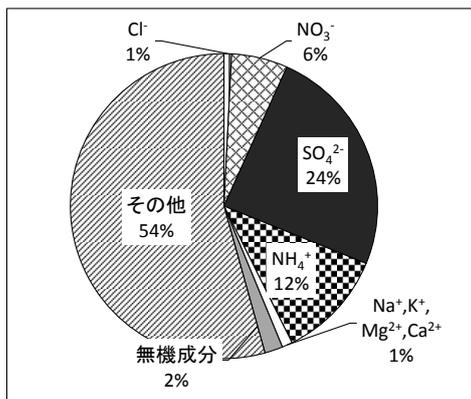


図 1-4-19 微小粒子状物質の成分割合(秋季平均値)

無機元素成分濃度の年平均値と秋季平均値を比較すると、上位の4物質に関しては、鉄の順位が上昇しています。下位の微量成分に関しては、順位の変動は見られますが、大きな濃度変化は認められませんでした。

(図 1-4-17)

成分割合の年平均値と秋季平均値を比較すると、硫酸イオンの割合が減少しているが、硝酸イオンとその他の項目の割合が増加しています。(図 1-4-19)

秋季の成分濃度の日平均値の推移を見ると、質量濃度は $3.5 \sim 81.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を推移していました。煙霧観測日は質量濃度が高くなりましたが、春季、夏季のような、硫酸イオンや無機成分の割合の急激な上昇は認められませんでした。その他の割合が上昇しており、春季、夏季とは違う発生要因が推定されます。また、秋季調査期間を通じて、硝酸イオンの割合が高くなっています。(図 1-4-18)

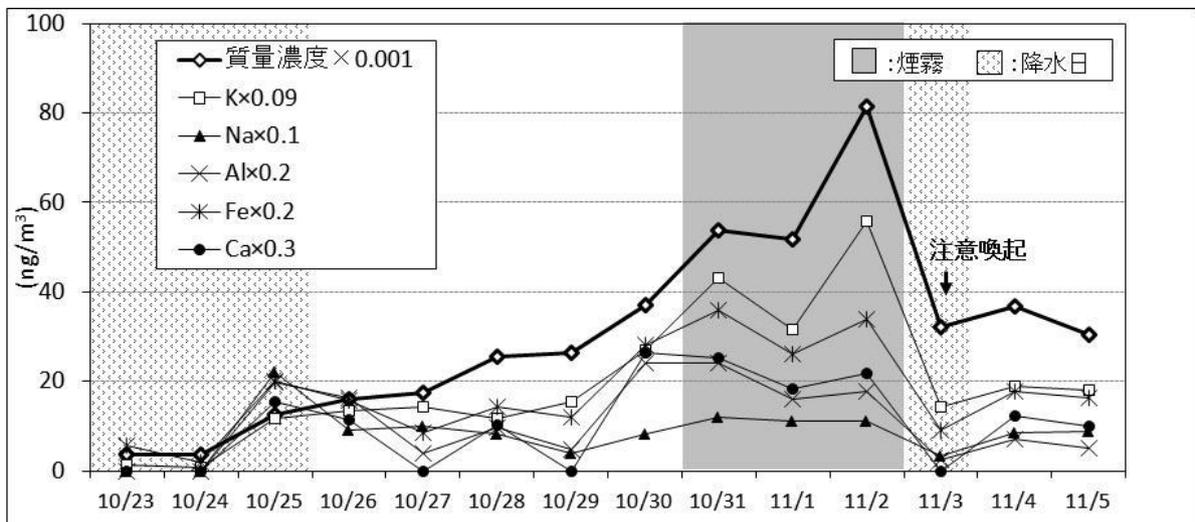


図 1-4-20 無機元素成分の日平均値推移(土壌、海塩起源)(秋季)

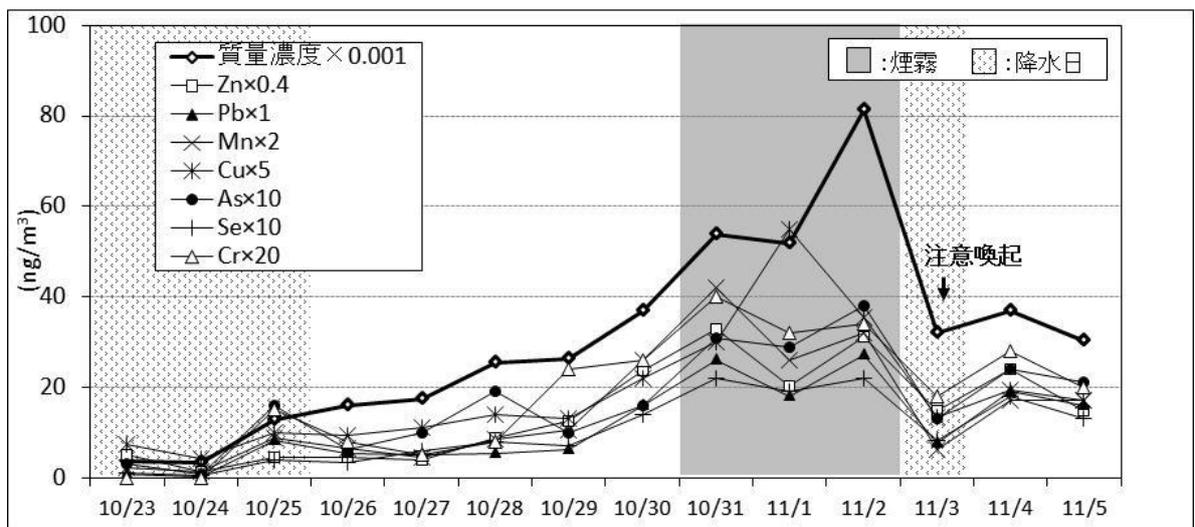


図 1-4-21 無機元素成分の日平均値推移(人為的起源)(秋季)

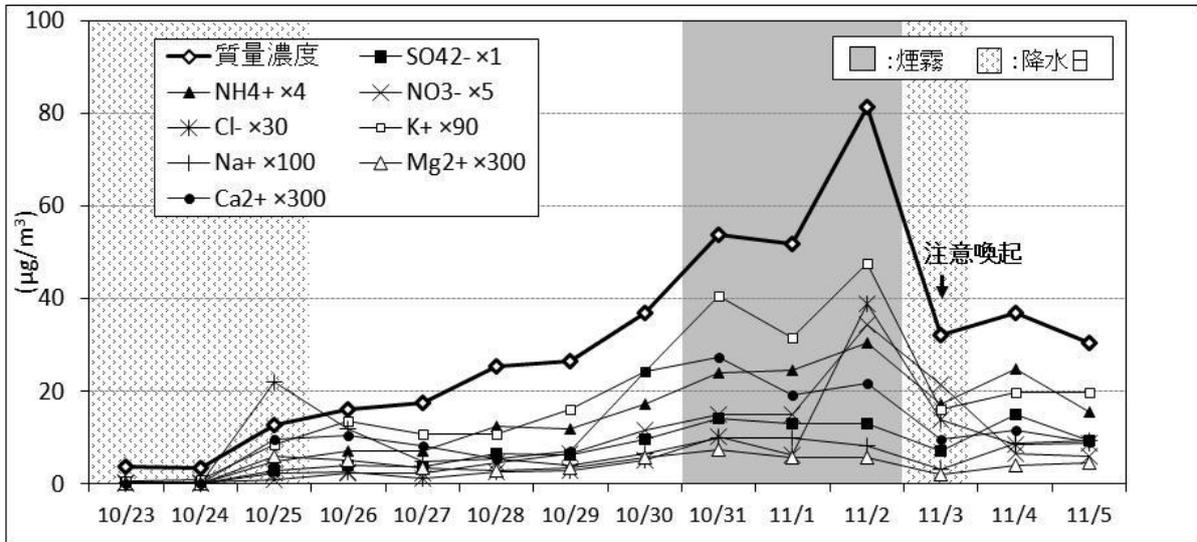


図 1-4-22 イオン成分の日平均値推移(秋季)

秋季では、土壌、海塩起源の無機元素成分は、ナトリウム以外の項目で、質量濃度の変動に追従して増減していました。(図 1-4-20)

人為的起源の無機元素成分は、全ての項目で質量濃度の変動に追従して増減していました。ただし、11月2日に関しては、質量濃度の値の増加と比較すると無機元素成分の上昇は穏やかでしたが、その他の項目の割合が大きく上昇していました。(図 1-4-17,20)

イオン成分に関しては、硫酸イオン、硝酸イオン、塩化物イオン、アンモニウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオンが、質量濃度の変動に追従して増減していました。塩化物イオンは、春季と夏季は、数値が低い状況でしたが、秋季は常時検出されており、春季、夏季とは違う発生要因が推定されます。(図 1-4-22)

(4) 冬季調査結果

平成 26 年 1 月 22 日から平成 26 年 2 月 5 日にかけて冬季調査を実施しました。期間中に煙霧が、1 月 31 日、2 月 1 日に観測され、1mm 以上雨が降った日は、1 月 25、30 日、2 月 1、2 日でした。

また、2 月 3 日は、微小粒子状物質に関する注意喚起(天草地域)が実施されています。(図 1-4-24)

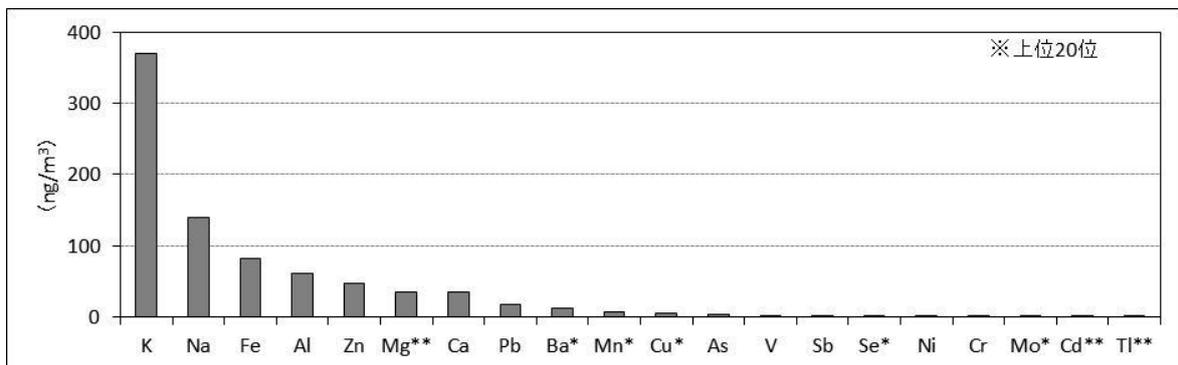


図 1-4-23 微小粒子状物質の無機元素成分濃度(冬季平均値)

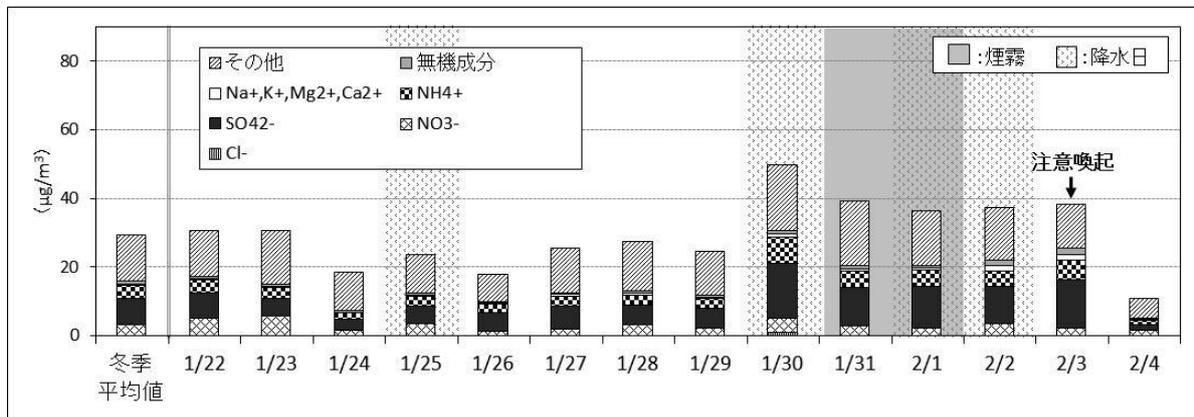
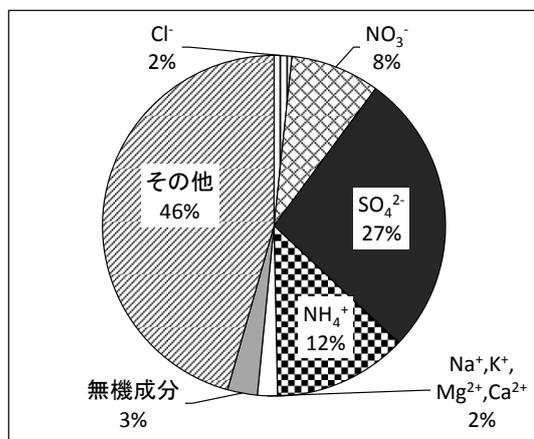


図 1-4-24 微小粒子状物質の成分濃度の日平均値推移(冬季)



無機元素成分濃度の年平均値と冬季平均値を比較すると、上位の4物質に関しては、変動はありません。下位の微量成分に関しては、順位の変動は見られますが、大きな濃度変化は認められませんでした。(図 1-4-23)

成分割合の年平均値と冬季平均値を比較すると、硫酸イオンの割合が減少しているが、硝酸イオンの割合が増加しています。(図 1-4-25)

図 1-4-25 微小粒子状物質の成分割合(冬季平均値)

冬季の成分濃度の日平均値の推移を見ると、質量濃度は $10.6 \sim 49.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を推移していました。煙霧観測日は質量濃度が高くなりましたが、秋季と同様に春季、夏季のような、硫酸イオンや無機成分の割合の急激な上昇は認められませんでした。その他の割合が上昇しており、春季、夏季とは違う発生要因が推定されます。また、冬季調査期間を通じて、硝酸イオンの割合が高くなっています。(図 1-4-24)

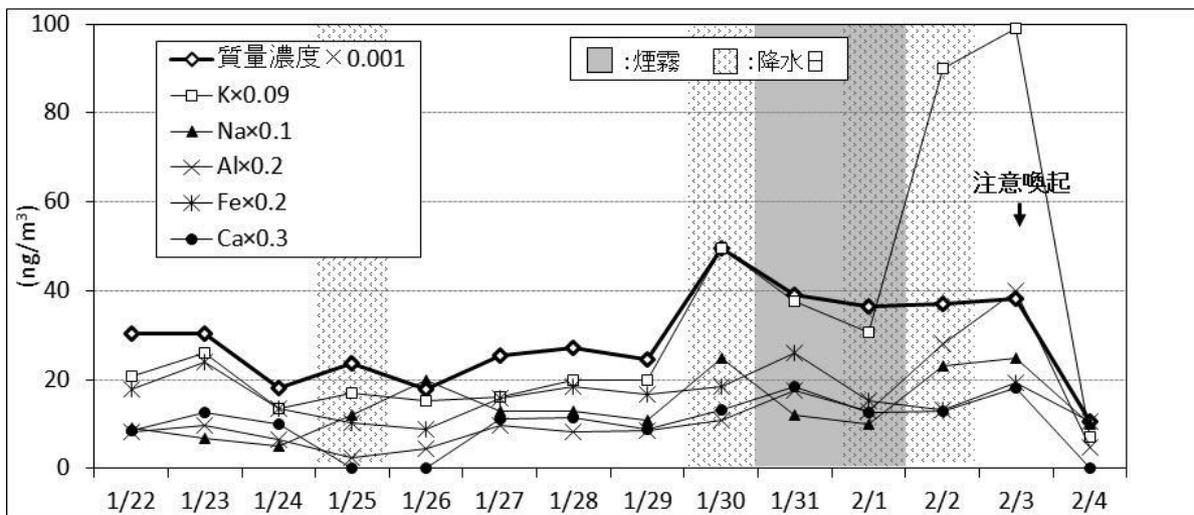


図 1-4-26 無機元素成分の日平均推移(土壌、海塩起源)(冬季)

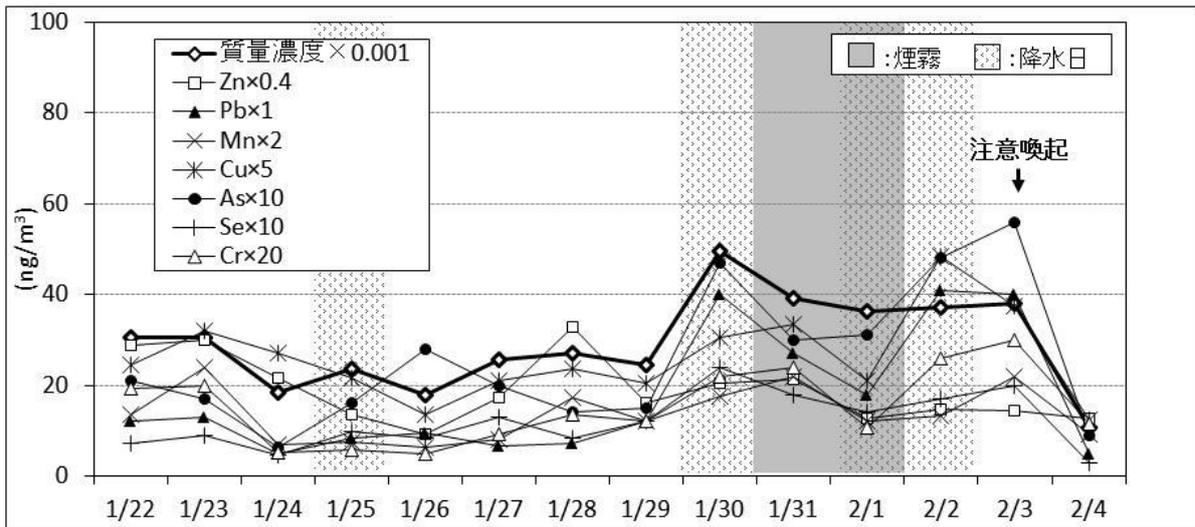


図 1-4-27 無機元素成分の日平均値推移(人為的起源)(冬季)

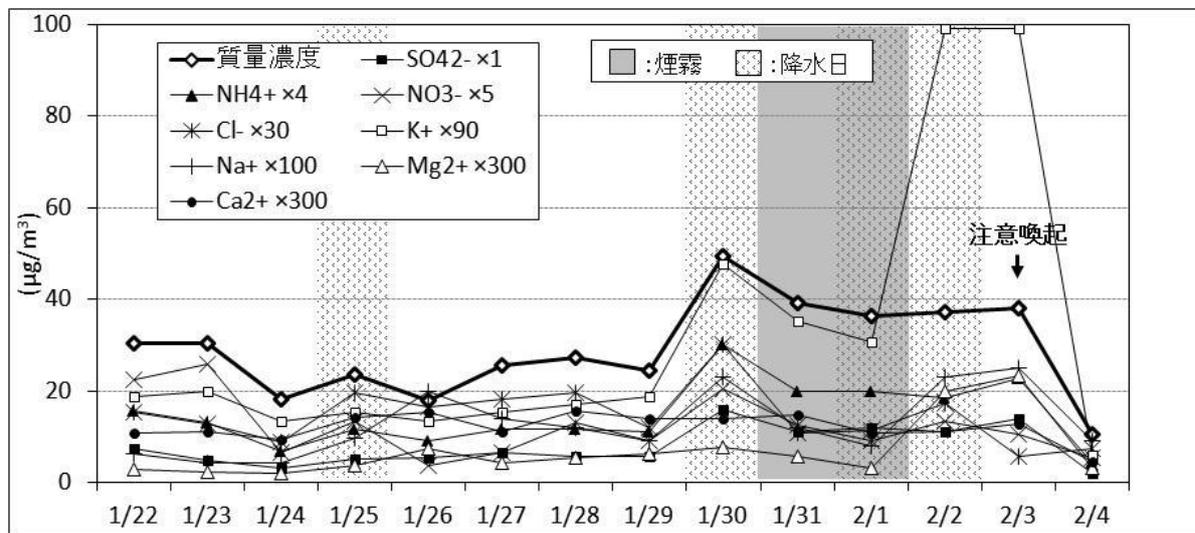


図 1-4-28 イオン成分の日平均値推移(冬季)

冬季では、土壌、海塩起源の無機元素成分は、全ての項目で質量濃度の変動に追従して増減していました。また、カリウムは、2月2、3日は、突出したピークが確認されています。(図 1-4-25)
人為的起源の無機元素成分は、全ての項目で質量濃度の変動に追従して増減していました。(図 1-4-27)

イオン成分に関しては、硫酸イオン、硝酸イオン、塩化物イオン、アンモニウムイオン、カリウムイオンが、質量濃度の変動に追従して増減していました。塩化物イオンは、秋季と同様に冬季も常時検出されており、春季、夏季とは違う発生要因が推定されます。また、カリウムイオンは、2月2、3日は、突出したピークが確認されています。(図 1-4-28)

3 まとめ

- ・ 質量濃度は、夏季は低く、春、秋、冬季は高い結果となりました。
- ・ 無機元素成分とイオン成分は、質量濃度の変動に追随して概ね増減していますが、以下の点について季節ごとの特徴がみられました。

① 春季

ア) 質量濃度の変動に追随していない物質

無機元素成分: ナトリウム

イオン成分: ナトリウムイオン、マグネシウムイオン、硝酸イオン、塩化物イオン

イ) 煙霧観測日の特徴

硫酸イオンと無機元素成分が増加しているが、「その他」の項目の割合が減少していました。

ウ) 他の季節との違い

硫酸イオンの割合が、他の季節と比較して高くなっています。

② 夏季

ア) 質量濃度の変動に追随していない物質

無機元素成分: ナトリウム

イオン成分: ナトリウムイオン、マグネシウムイオン、硝酸イオン、塩化物イオン

イ) 煙霧観測日の特徴

硫酸イオンの割合が増加しています。

ウ) 他の季節との違い

ナトリウム、ナトリウムイオンの割合が、他の季節に比べ高くなっています。

③ 秋季

ア) 質量濃度の変動に追随していない物質

無機元素成分: ナトリウム

イオン成分: ナトリウムイオン、マグネシウムイオン

イ) 煙霧観測日の特徴

硫酸イオン、硝酸イオン、塩化物イオンの割合が増加しています。

ウ) 他の季節との違い

春季、夏季に常時検出されなかった塩化物イオンや、濃度が低かった硝酸イオンの濃度が高くなっています。

「その他」の項目の割合が増加しており、測定は実施していないが燃焼由来の炭素成分が増加している可能性が高いです。

④ 冬季

ア) 質量濃度の変動に追随していない物質

無機元素成分: ナトリウム

イオン成分: ナトリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン

イ) 煙霧観測日の特徴

硫酸イオン、硝酸イオン、塩化物イオンの割合が増加しています。

ウ) 他の季節との違い

春季、夏季に常時検出されなかった塩化物イオンや、濃度が低かった硝酸イオンの濃度が高くなっています。

「その他」の項目の割合が増加しており、測定は実施していないが、燃焼由来の炭素成分が増加している可能性が高いです。

一年を通じて調査をすることで、いくつかの特徴的な傾向を把握することができました。基本的には、質量濃度が高くなるとともに、それぞれの成分の濃度も高くなる傾向がありますが、季節や大気が流入してきた方向によっては、その割合に変化が生じており、一時的な変化であるのか、経年的な変化であるのか把握するためには、今後も調査を継続していく必要があります。

また、平成 25 年度は、炭素成分を調査していないため、その成分が含まれる「その他」の項目の把握が不十分でした。

平成 26 年度には、炭素成分を含めた、3地点で調査を実施することとしており、平成 25 年度の結果を踏まえ、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。