

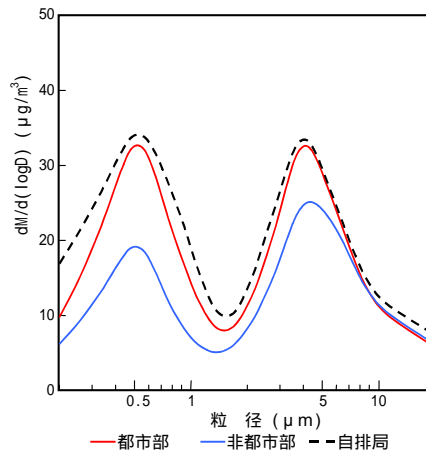
(3 . 4) 微小粒子状物質の粒径分布 (ALV) [26]

(3 . 4 . 1) 粒子状物質質量濃度の粒径分布

平成 13～18 年度の平均値における粒子状物質質量濃度の粒径分布を図 2.3.4-1～図 2.3.4-3 に示す。

粒径分布をみると、微小粒子側の $0.5 \mu\text{m}$ と粗大粒子側の $5 \mu\text{m}$ の粒径をピークとし、 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ が谷となる二山型の分布を示している。自排局では微小粒子側の粒径の濃度が一般局に比べやや高くなっている。

一般局の都市部と非都市部での比較では微小粒子、粗大粒子ともに都市部の方で濃度が高くなっており、特に微小粒子側で差が大きくなっている。

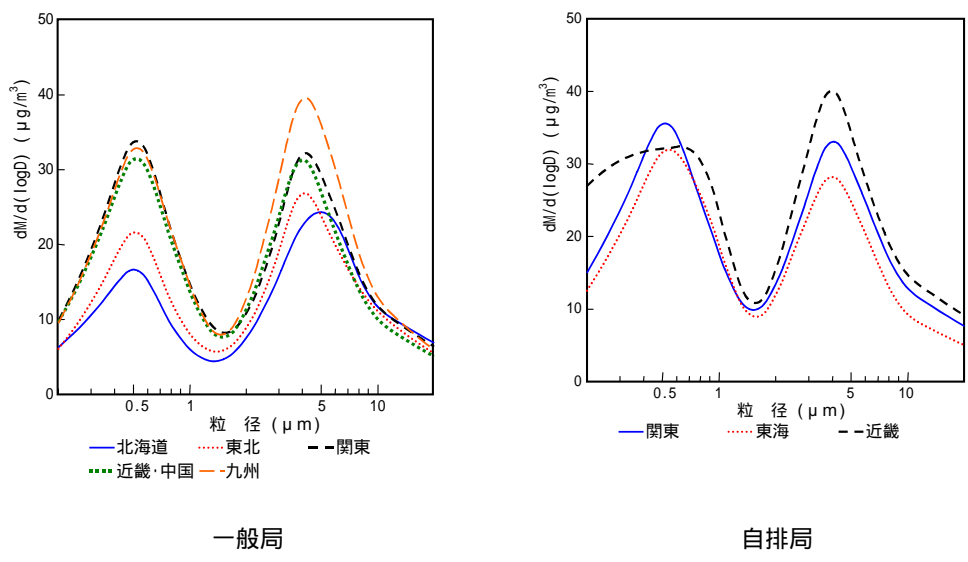


調査地点数 (都市部 (一般局) : 9 非都市部 (一般局) : 2 自排局 : 5)

図2.3.4-1 粒子状物質 (ALV) 質量濃度の粒径分布 (平成13～18年度の平均値) (1)

一般局の粒径分布を地域別にみると、微小粒子側では関東地方、近畿・中国地方、九州地方の濃度が高くなっている。北海道や東北地方は濃度が低くなっている。粗大粒子側をみると、九州地方で濃度が高くなっている。

自排局の粒径分布をみると、近畿地方では $0.5 \mu\text{m}$ 以下の分布が関東地方や東海地方とは異なった傾向を示している。

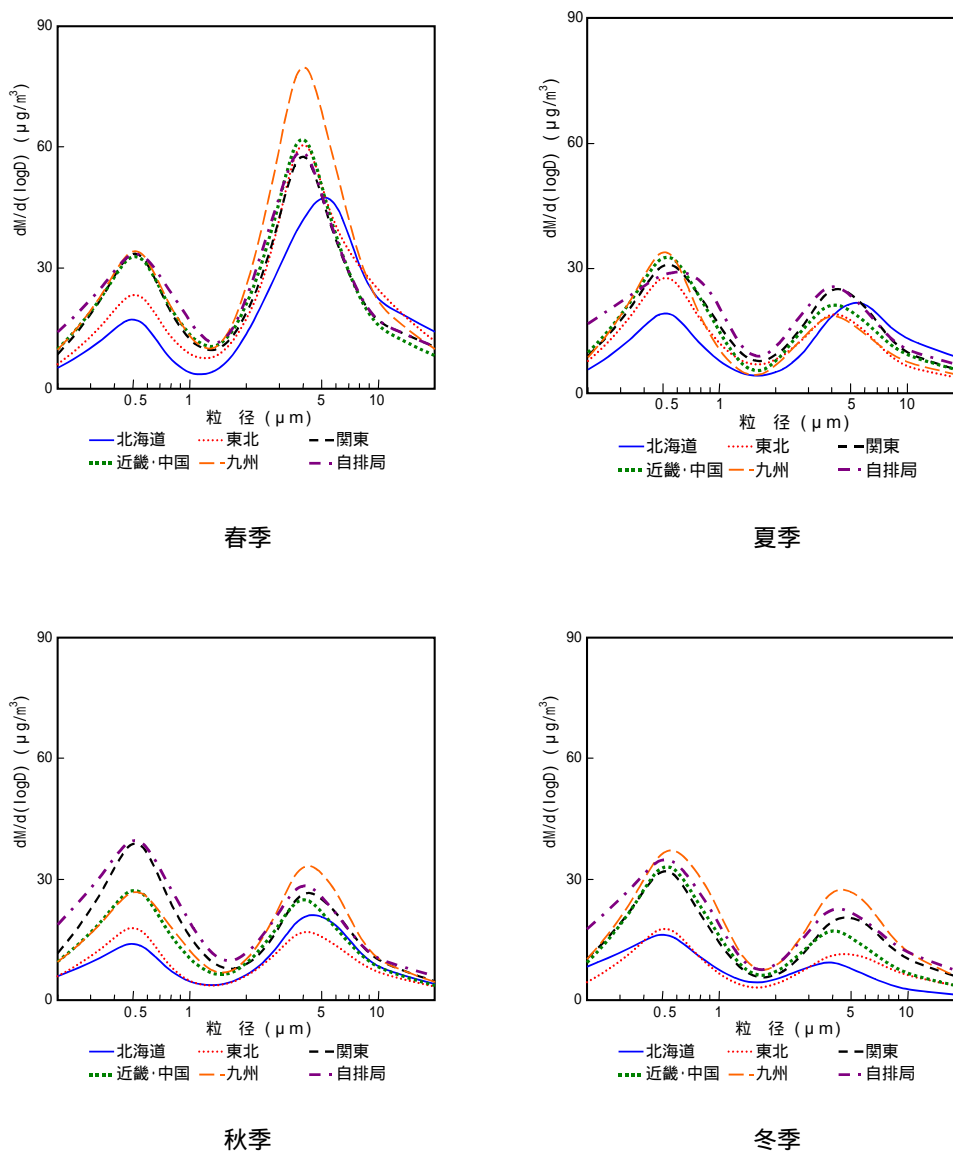


調査地点数 (一般局 = 北海道 : 1 東北 (宮城県) : 1 関東 : 4 近畿・中国 : 4 九州 (福岡県) : 1
 自排局 = 関東 : 3 東海 (愛知県) : 1 近畿 (大阪府) : 1)

図2.3.4-2 粒子状物質 (ALV) 質量濃度の粒径分布 (平成13~18年度の平均値) (2)

季節別の粒径分布をみると、春季は4~6 μm 付近の粒径の濃度がピークとなっており、特に九州地方で高くなっている。粗大粒子は、土壌や海塩等、自然界からの粒子や物理的磨耗により飛散した粒子が該当する。他の季節に比べ、春季において粗大粒子側の濃度が高くなっているのは、風による土壌や堆積物の巻き上げなど局所的な要因も考えられるが、春季は他の季節に比べ黄砂が観測される日数が多く、また、日本で観測される黄砂のピーク粒径は4 μm 前後といわれていることから、黄砂の影響を受けたことも考えられる[4-5,22-23,27]。

関東地方の一般局では秋季に微小粒子側の濃度が他の地域と比べてやや高くなる傾向を示している。



調査地点数 (一般局 = 北海道 : 1 東北 (宮城県) : 1 関東 : 4 近畿・中国 : 4 九州 (福岡県) : 1 自排局 : 5)

図 2.3.4-3 粒子状物質 (ALV) 質量濃度の粒径分布 (平成 13~18 年度の季節別平均値)

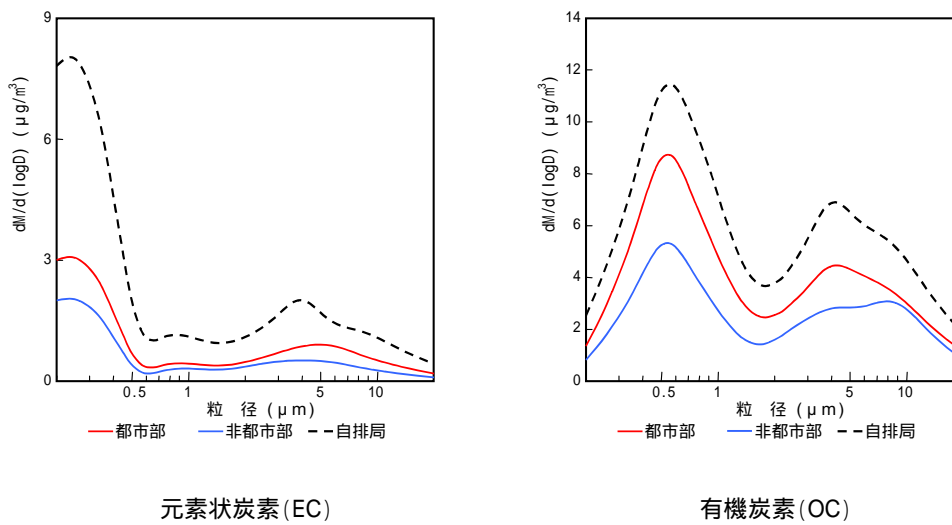
(3.4.2) 成分別の粒径分布

1. 炭素成分

平成 14～18 年度の平均値における炭素成分の粒径分布を図 2.3.4-4～図 2.3.4-8 に示す。平成 13 年度は炭素成分の分析を、熱分離法により行ったため、平成 14 年度以降の IMPROVE 法を用いた調査結果と傾向が異なっている。このため、平均値は平成 13 年度のデータを除外して集計した。なお、「 $3.3\sim 4.7\mu\text{m}$ 」～「 $11<\mu\text{m}$ 」の粗大粒子側の粒径についての調査は平成 14 年度のみ行っている。

粒径分布を見ると、元素状炭素 (EC) は $0.5\mu\text{m}$ 以下の微小粒子側の粒径に偏在している。

有機炭素 (OC) は $0.6\mu\text{m}$ 付近の粒径をピークに濃度が高くなる傾向を示しており、元素状炭素と同様、自排局で最も高くなっている。また、都市部の一般局及び自排局では $4\mu\text{m}$ 付近の粒径でも濃度がやや高くなっている。

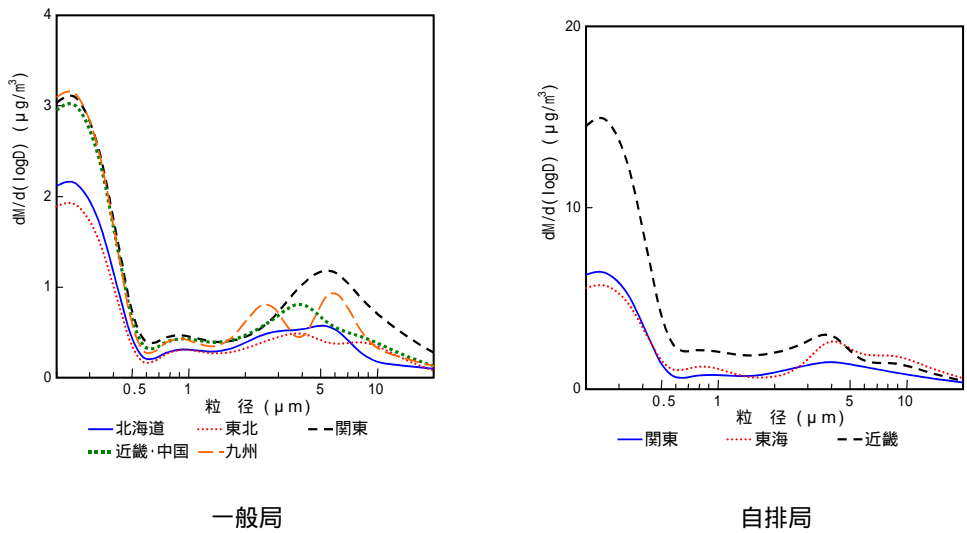


「 $3.3\sim 4.7\mu\text{m}$ 」～「 $11<\mu\text{m}$ 」の粒径については平成14年度のみ調査を実施
調査地点数(都市部(一般局):9 非都市部(一般局):2 自排局:5)

図 2.3.4-4 粒子状物質 (ALV) 炭素成分濃度の粒径分布 (平成 14～18 年度の平均値)

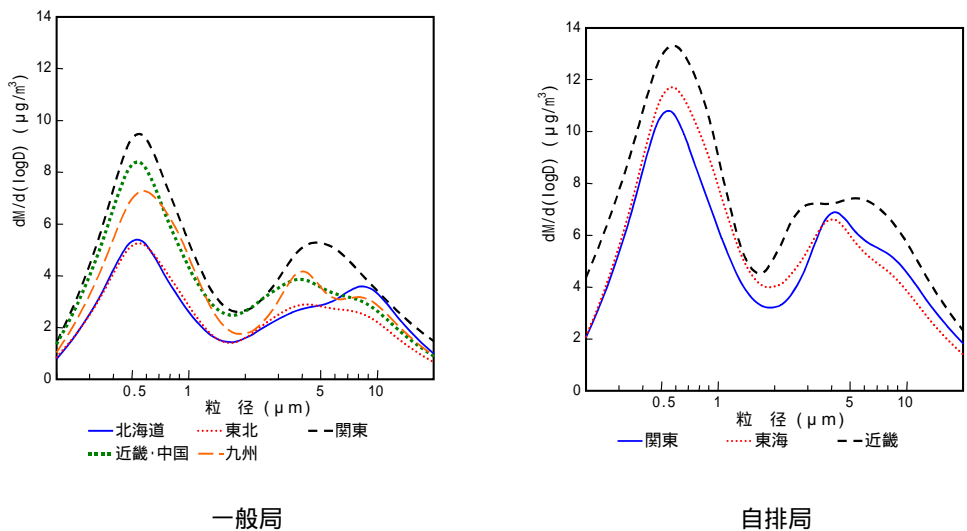
一般局における地域別の粒径分布をみると、元素状炭素の微小粒子側では関東地方、近畿・中国地方及び九州地方に差は無く、北海道及び東北地方でやや濃度が低くなっている。有機炭素では、関東地方が他の地域に比べやや濃度が高くなっている。

自排局における粒径分布をみると、元素状炭素、有機炭素ともに近畿地方で濃度が高くなっており、特に元素状炭素の微小粒子側で濃度が高くなっている。



「3.3~4.7 µm」～「11<µm」の粒径については平成14年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局=北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局=関東：3 東海（愛知県）：1 近畿（大阪府）：1）

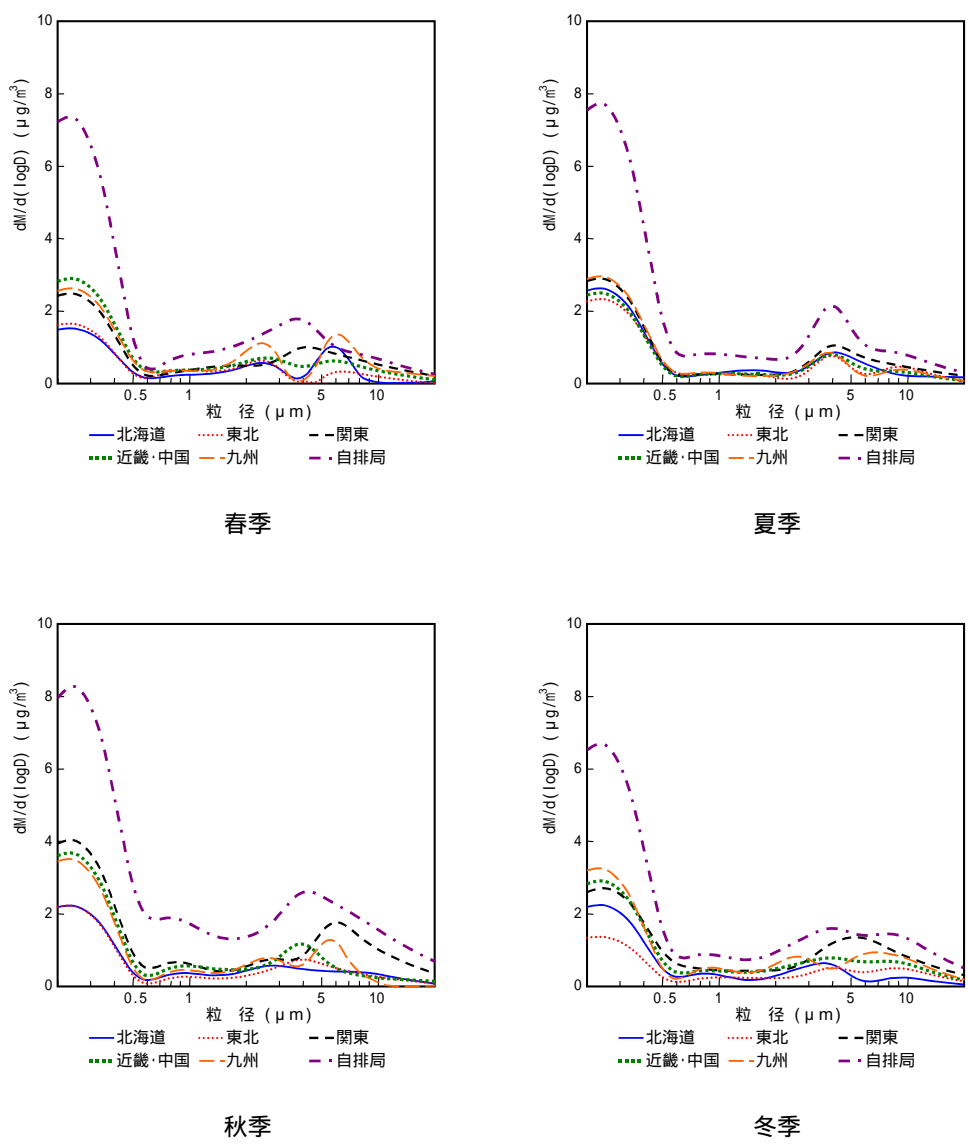
図 2.3.4-5 粒子状物質（ALV） 元素状炭素（EC）濃度の粒径分布（平成 14～18 年度の平均値）



「3.3~4.7 µm」～「11<µm」の粒径については平成14年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局=北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局=関東：3 東海（愛知県）：1 近畿（大阪府）：1）

図 2.3.4-6 粒子状物質（ALV） 有機炭素（OC）濃度の粒径分布（平成 14～18 年度の平均値）

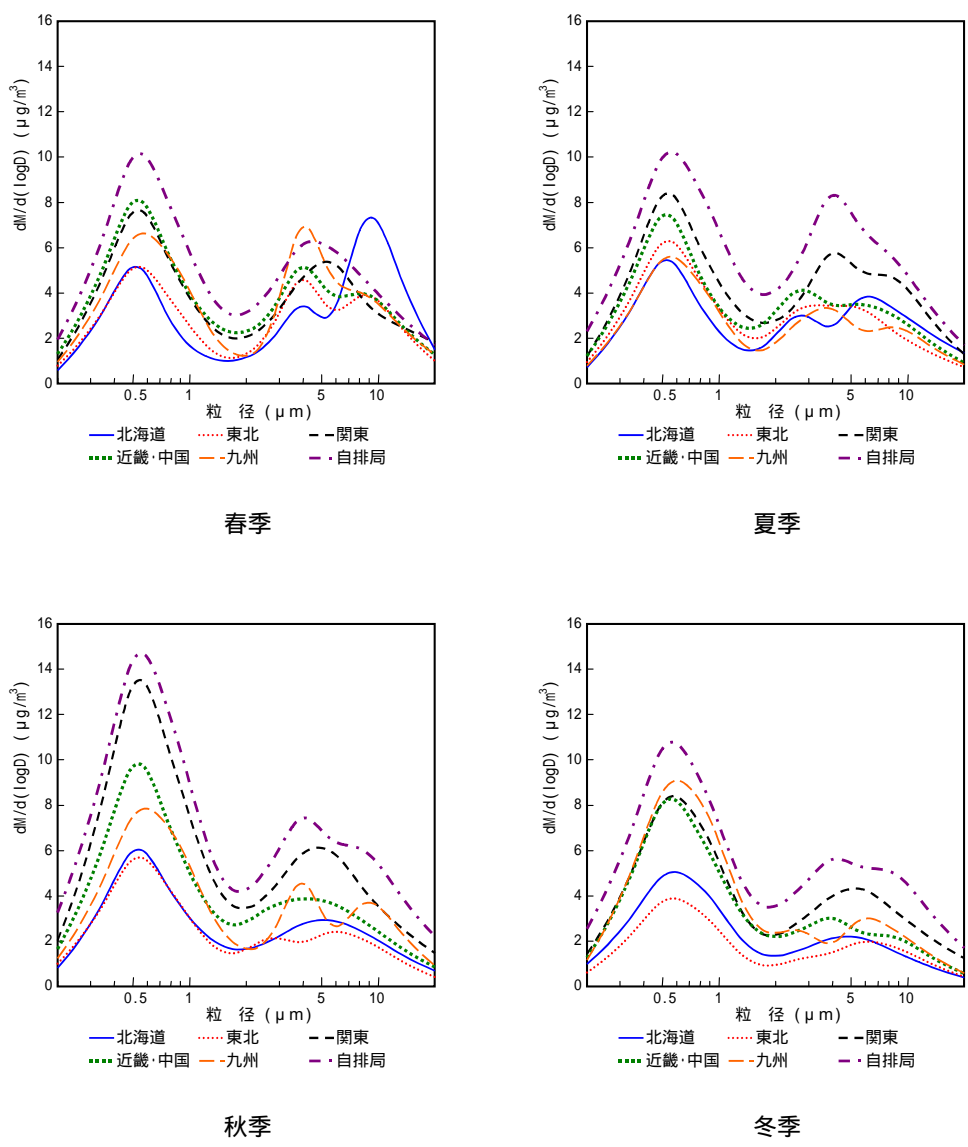
元素状炭素の季節別の粒径分布をみると、全体的に季節による大きな差は無いが、秋季に $0.5 \mu\text{m}$ 以下の微小粒子側で濃度がやや高くなっている。



「 $3.3 \sim 4.7 \mu\text{m}$ 」～「 $11 < \mu\text{m}$ 」の粒径については平成14年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局 = 北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局：5）

図 2.3.4-7 粒子状物質（ALV）元素状炭素（EC）濃度の粒径分布（平成 14～18 年度の季節別平均値）

有機炭素の季節別の粒径分布をみると、秋季に $0.5 \sim 0.7 \mu\text{m}$ 付近の微小粒子側で自排局や関東地方の濃度が高くなっている。



「 $3.3 \sim 4.7 \mu\text{m}$ 」～「 $11 < \mu\text{m}$ 」の粒径については平成14年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局 = 北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局：5）

図 2.3.4-8 粒子状物質（ALV）有機炭素（OC）濃度の粒径分布（平成 14～18 年度の季節別平均値）

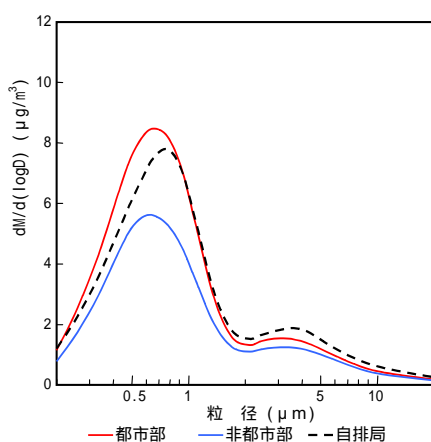
2.イオン成分

平成 13～18 年度の平均値における各イオン成分の粒径分布を図 2.3.4-9～図 2.3.4-14 に示す。なお、「3.3～4.7 μm」～「11< μm」の粗大粒子側の粒径についての調査は平成 13 年度のみ行っている。

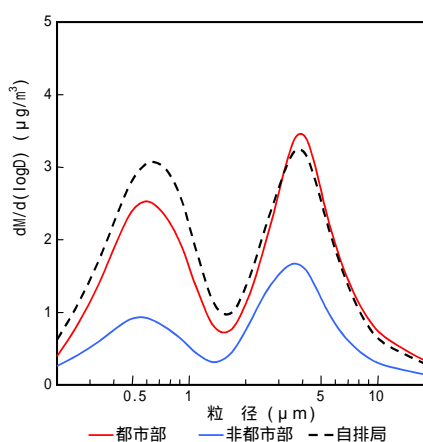
イオン成分ごとの粒径分布をみると、以下のように分類される。

- ・微小粒子側の一山型：硫酸イオン、アンモニウムイオン
- ・微小粒子と粗大粒子の二山型：硝酸イオン
- ・微小粒子と粗大粒子の二山型（粗大側に多く分布）：塩化物イオン

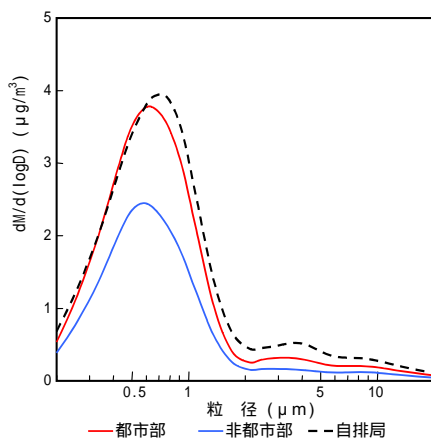
全体的に、自排局と都市部の一般局は同じような傾向を示しており、非都市部は塩化物イオンの粗大側を除いて濃度が低くなっている。



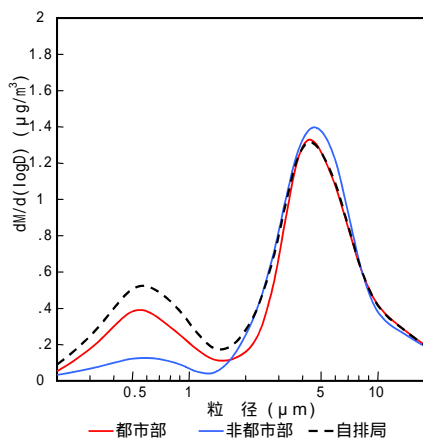
硫酸イオン (SO_4^{2-})



硝酸イオン (NO_3^-)



アンモニウムイオン (NH_4^+)



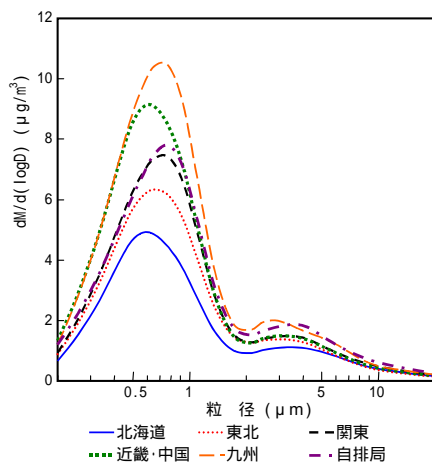
塩化物イオン (Cl^-)

「3.3～4.7 μm」～「11< μm」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
調査地点数（都市部（一般局）：9 非都市部（一般局）：2 自排局：5）

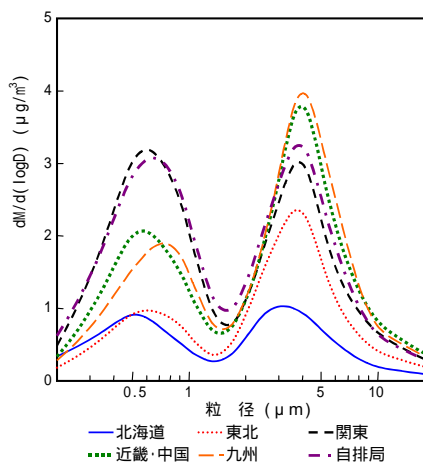
図 2.3.4-9 粒子状物質（ALV）各イオン成分の粒径分布（平成 13～18 年度の平均値）(1)

地域ごとの各イオン成分の粒径分布をみると、項目ごとに傾向が異なっている。

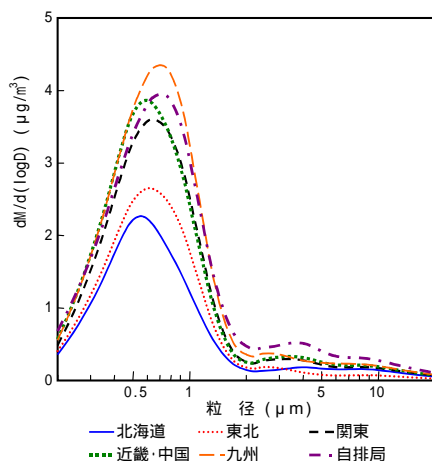
硫酸イオンとアンモニウムイオンは九州地方で濃度が高くなっており、九州から調査地域が東に行くにつれて微小粒子側の濃度が低くなる傾向を示している。硝酸イオンは関東地方では微小粒子側の濃度が高くなっている。塩化物イオンは全体的に粗大粒子側に多く分布しているが、微小粒子側では関東地方の濃度がやや高くなっている。



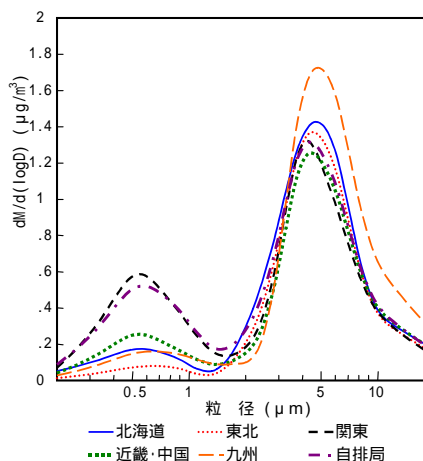
硫酸イオン (SO_4^{2-})



硝酸イオン (NO_3^-)



アンモニウムイオン (NH_4^+)

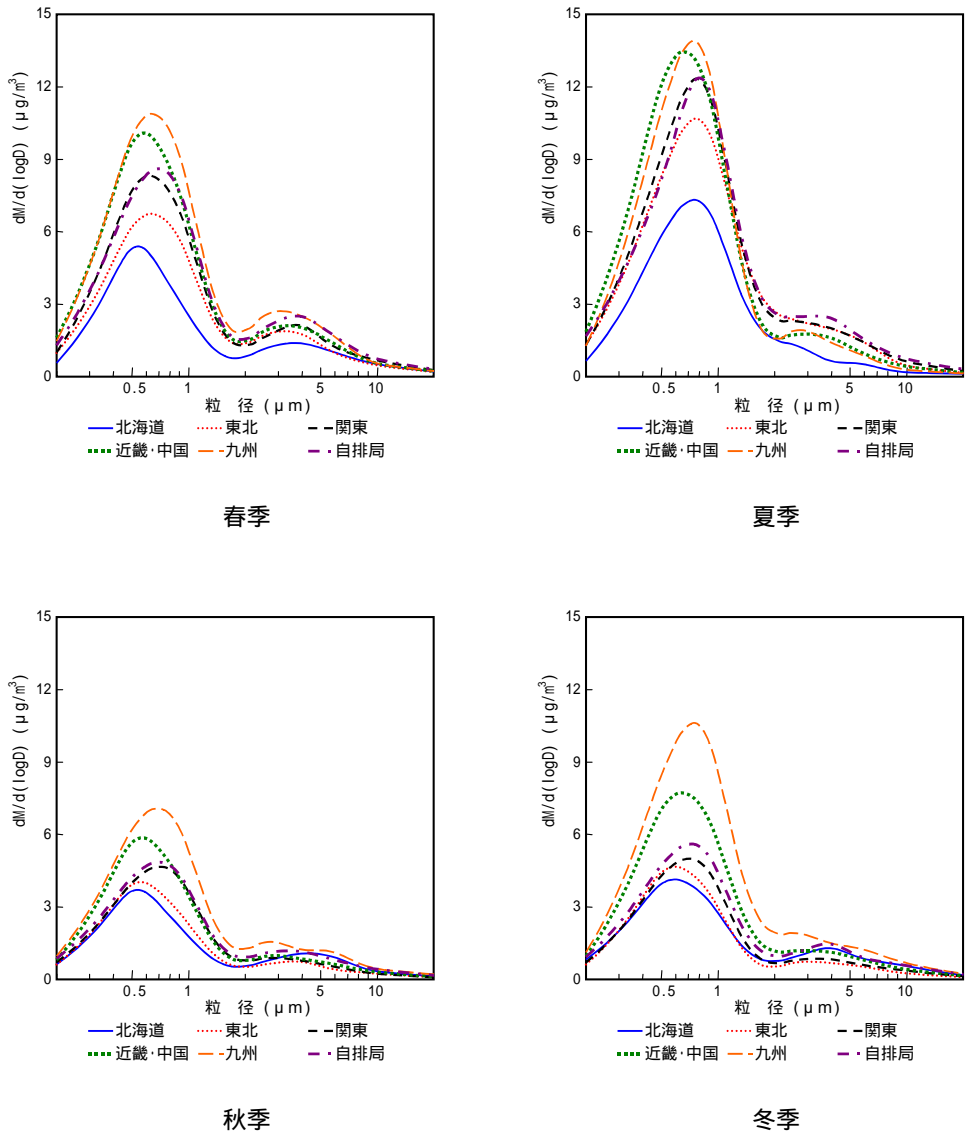


塩化物イオン (Cl^-)

「 $3.3\sim 4.7\mu\text{m}$ 」～「 $11<\mu\text{m}$ 」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数 (一般局=北海道:1 東北(宮城県):1 関東:4 近畿・中国:4 九州(福岡県):1 自排局:5)

図 2.3.4-10 粒子状物質 (ALV) 各イオン成分の粒径分布 (平成 13～18 年度の平均値)(2)

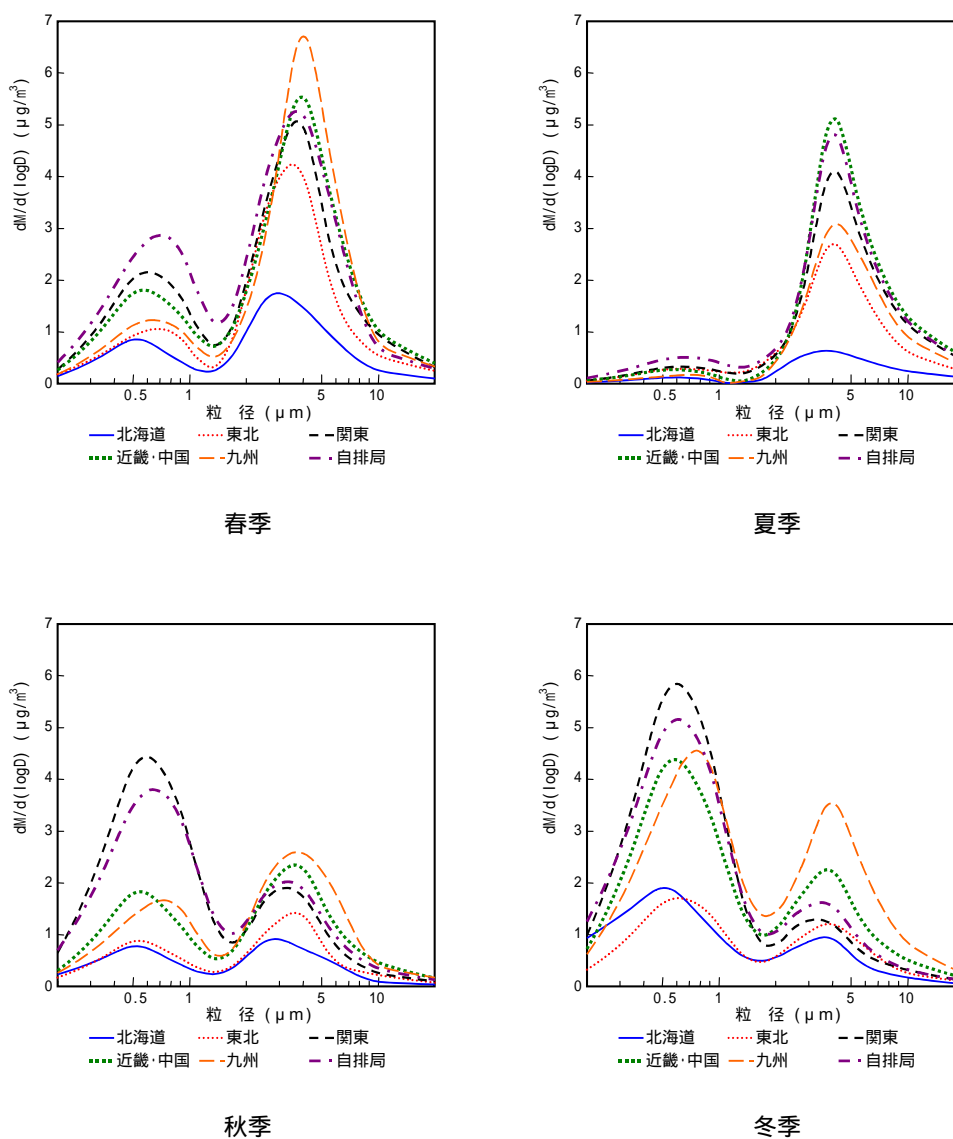
硫酸イオンの季節別の粒径分布をみると、季節により濃度の増減はあるものの、各季節とも微小粒子側を中心に濃度が高くなる一山型を示している。夏季に $0.7\ \mu\text{m}$ 付近をピークとした微小粒子側で濃度が高くなっており、光化学反応が活発に行われ二次生成物質である硫酸塩が多く生成されたことが考えられる[1,6-8,27]。



「 $3.3\sim 4.7\ \mu\text{m}$ 」～「 $11\ \mu\text{m}$ 」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局=北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局：5）

図 2.3.4-11 粒子状物質（ALV）硫酸イオン（ SO_4^{2-} ）濃度の粒径分布（平成 13～18 年度の季節別平均値）

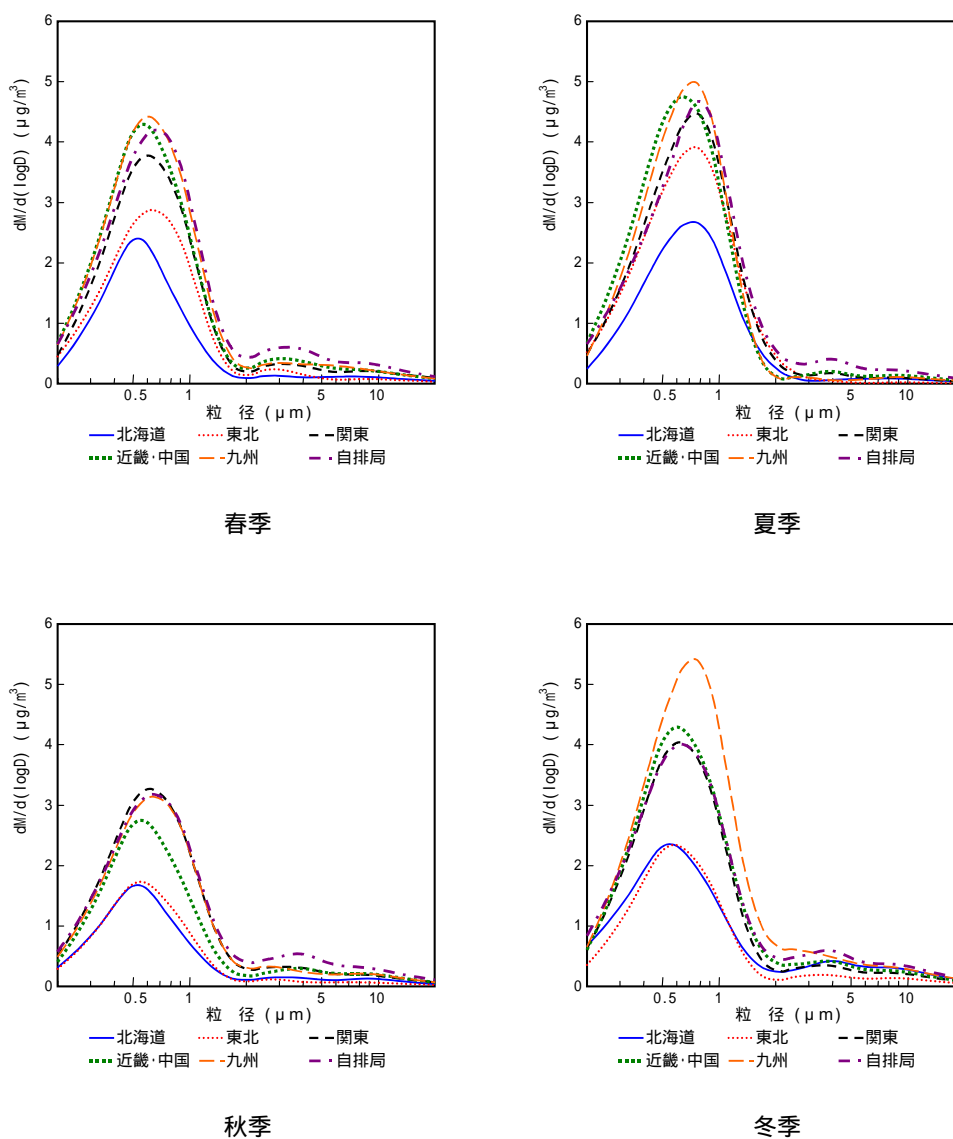
硝酸イオンの季節別の粒径分布をみると、夏季は微小粒子側での濃度が低く、4 μm 付近の粗大粒子側の粒径をピークに濃度が高くなる一山型を示している。その他の季節は概ね二山型の分布を示しており、秋季及び冬季は微小粒子側で関東地方の濃度が高くなっている。



「3.3~4.7 μm」～「11< μm」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局=北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局：5）

図 2.3.4-12 粒子状物質（ALV）硝酸イオン（NO₃⁻）濃度の粒径分布（平成 13～18 年度の季節別平均値）

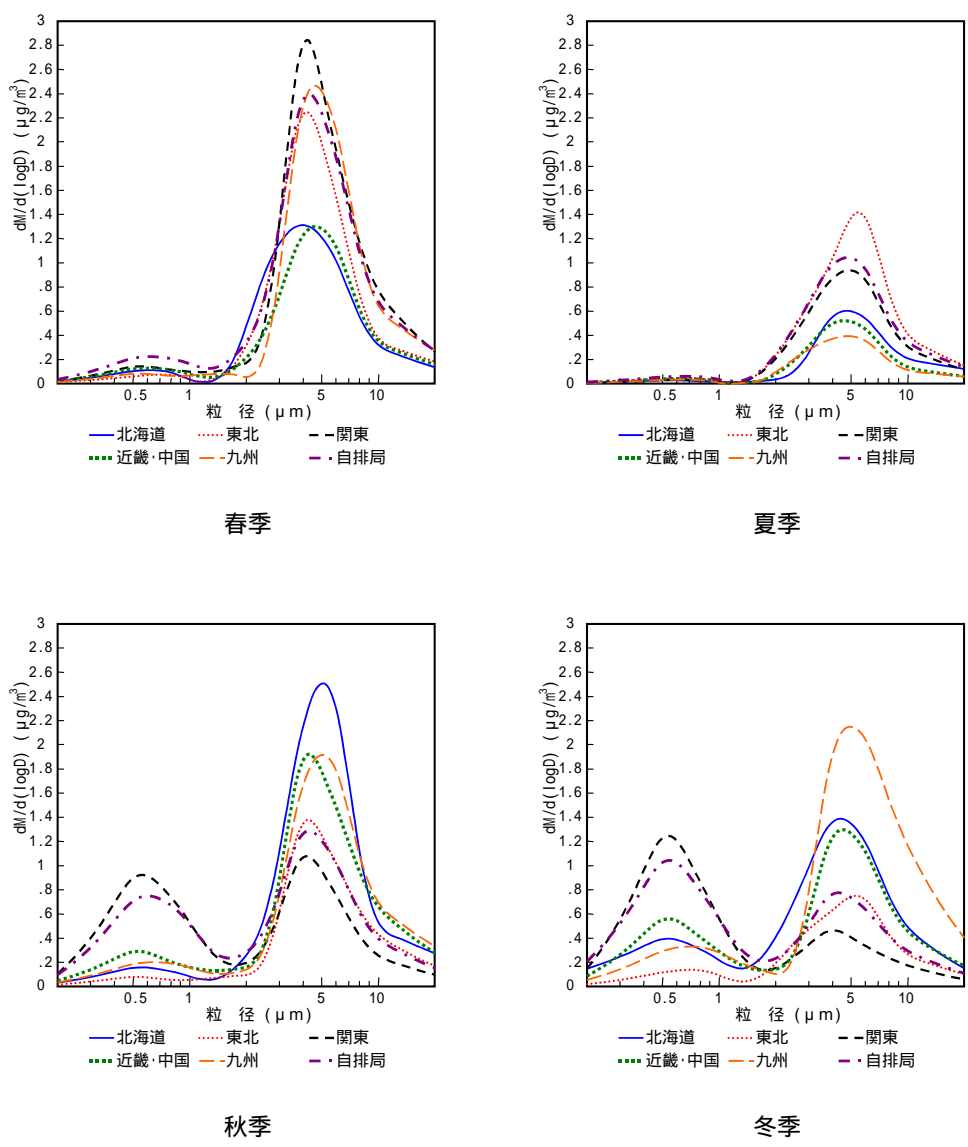
アンモニウムイオンの季節別の粒径分布をみると、季節により濃度の増減はあるものの、各季節とも微小粒子側を中心に濃度が高くなる一山型を示しており、秋季にやや濃度が低くなる傾向がみられる。



「3.3~4.7 µm」～「11<µm」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局=北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局：5）

図 2.3.4-13 粒子状物質（ALV）アンモニウムイオン（NH₄⁺）濃度の粒径分布（平成13～18年度の季節別平均値）

塩化物イオンの季節別の粒径分布をみると、春季及び夏季は粗大粒子側に多く分布している。秋季及び冬季には微小粒子側でも濃度が高くなっている。



「3.3~4.7 µm」~「11< µm」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局=北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局：5）

図 2.3.4-14 粒子状物質（ALV）塩化物イオン（Cl⁻）濃度の粒径分布（平成 13~18 年度の季節別平均値）

3. 金属成分

金属成分については、浮遊粒子状物質の発生源寄与解析手法の一つである CMB (Chemical Mass Balance) 法で主に指標成分となる 6 項目(アルミニウム(Al)、ナトリウム(Na)、鉄(Fe)、カリウム(K)、バナジウム(V)、マンガン(Mn))について解析を行う[27]。

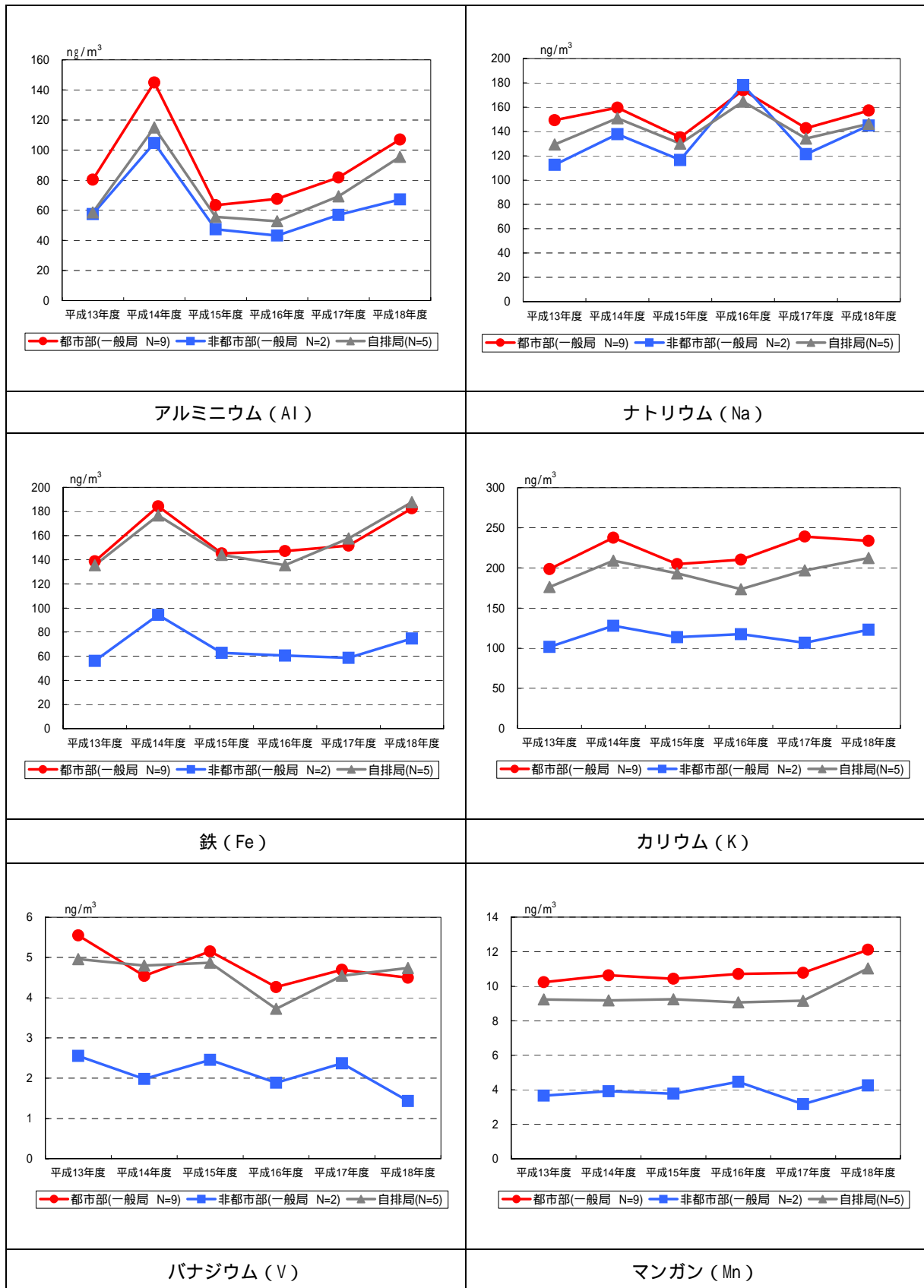
金属成分の微小粒子 (<2.1 μm) の濃度の年度別平均値を図 2.3.4-15 に示す。

アルミニウムは平成 14 年度に濃度が高くなっている。その他の項目は、年度により増減はあるものの、概ね横ばい傾向となっている。

各項目とも、一般局、自排局の分類では年変動の傾向に大きな差はみられない。

鉄、カリウム、バナジウム、マンガンは、自排局及び都市部の一般局が非都市部の一般局に比べ濃度が高くなっているが、アルミニウム、ナトリウムでは大きな差はみられない。

各金属成分の濃度を比較すると、自排局及び都市部の一般局ではカリウムの濃度が高く、非都市部の一般局ではナトリウムの濃度がやや高くなっている。



N = 調査地点数

図 2.3.4-15 粒子状物質 (ALV) 微小粒子 ($<2.1\mu\text{m}$) 金属成分の年変動

平成 13～18 年度の平均値における金属成分の粒径分布を図 2.3.4-16 に示す。なお、金属成分の「4.7～7.0 μm」～「11< μm」の粒径についての調査は平成 13 年度のみを行っている。

金属成分の粒径分布をみると、以下のように分類される。

- ・粗大粒子側の一山型 : アルミニウム、ナトリウム、鉄、
マンガン（一般局（非都市部））
- ・微小粒子と粗大粒子の二山型 : カリウム、バナジウム、
マンガン（一般局（都市部）・自排局）

平成 13～18 年度の季節別平均値における金属成分の粒径分布を図 2.3.4-16～図 2.3.4-22 に示す。

微小粒子側の分布傾向をみると、ナトリウム及び鉄は季節による差はみられない。カリウム及びマンガンは季節によりやや増減がみられる。バナジウムは春季及び夏季に濃度が高くなっており、特に夏季に多くの地域で濃度が高くなっている。粗大粒子側をみると、各項目とも春季に 4～6 μm 付近の粒径で濃度が高くなっている。他の季節に比べ、春季において粗大粒子側の濃度が高くなっているのは、前述のとおり、風による土壌や堆積物の巻き上げなど局所的な要因の他、黄砂の影響を受けたことも考えられる。

アルミニウムは、CMB 法では土壌粒子の指標成分として利用される。ナトリウムは、海塩粒子の指標成分として利用される。これらの自然由来の指標成分として利用される項目は都市部、非都市部による濃度の差はほとんどみられない。

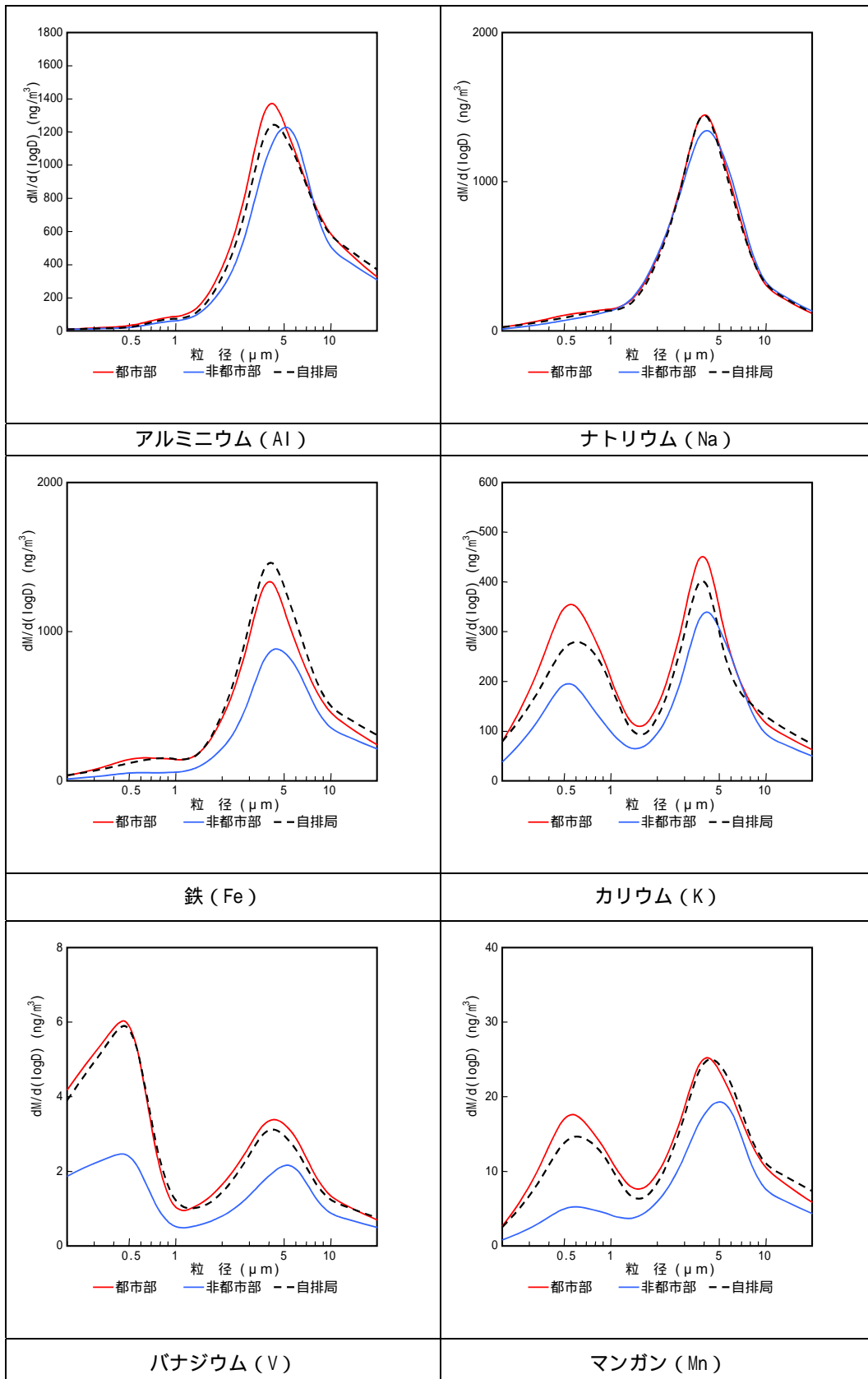
鉄は CMB 法では鉄鋼工業の指標成分として利用されており、非都市部でやや濃度が低くなっている。

カリウムは廃棄物焼却の指標として用いられることが多いが、植物燃焼の指標でもあり野焼きなどの影響について地域的・季節的な影響の考慮が必要である。粒径分布をみると、微小粒子側、粗大粒子側ともに都市部の一般局で濃度が高くなっている。

バナジウムは重油に多く含まれており、石油燃焼の指標成分として利用されている。粒径分布をみると、都市部の一般局及び自排局の傾向に差はなく、非都市部の一般局で微小粒子側、粗大粒子側ともに濃度が低くなっている。

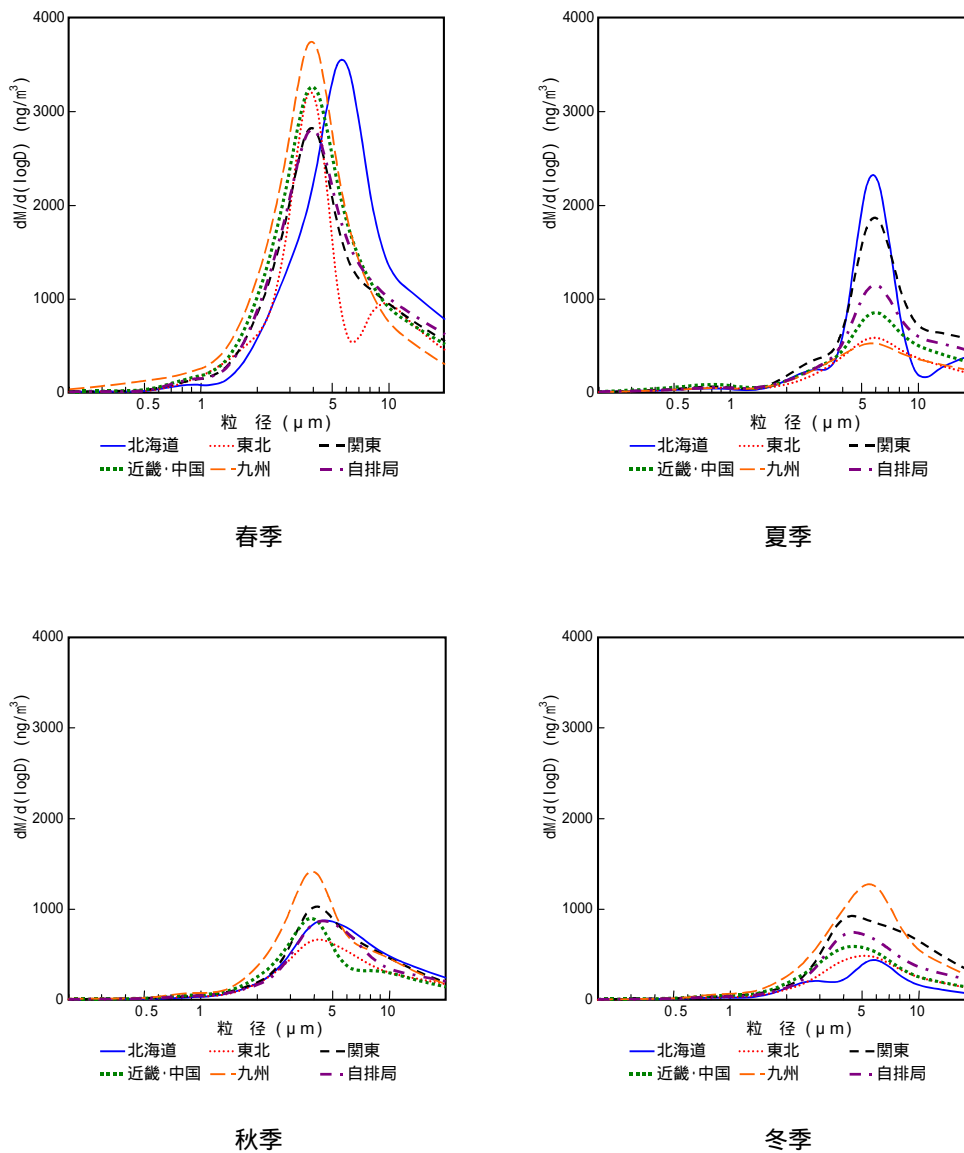
マンガンは鉄鋼工業の指標成分として用いられることが多いが、大規模な製鉄所では高炉、転炉、コークス炉とも排ガスは全て閉鎖系となっていることが多く、実際に大気中に放出されているのは発電用ボイラーの排ガス、一般粉じん発生施設からの飛散等によるものであると考えられる。粒径分布をみると、都市部の一般局及び自排局は二山型の分布を示しており、非都市部の一般局では、微小粒子側の濃度が低くなっている。

（資料：「浮遊粒子状物質汚染予測マニュアル」（1997 年 12 月 環境庁））[28]



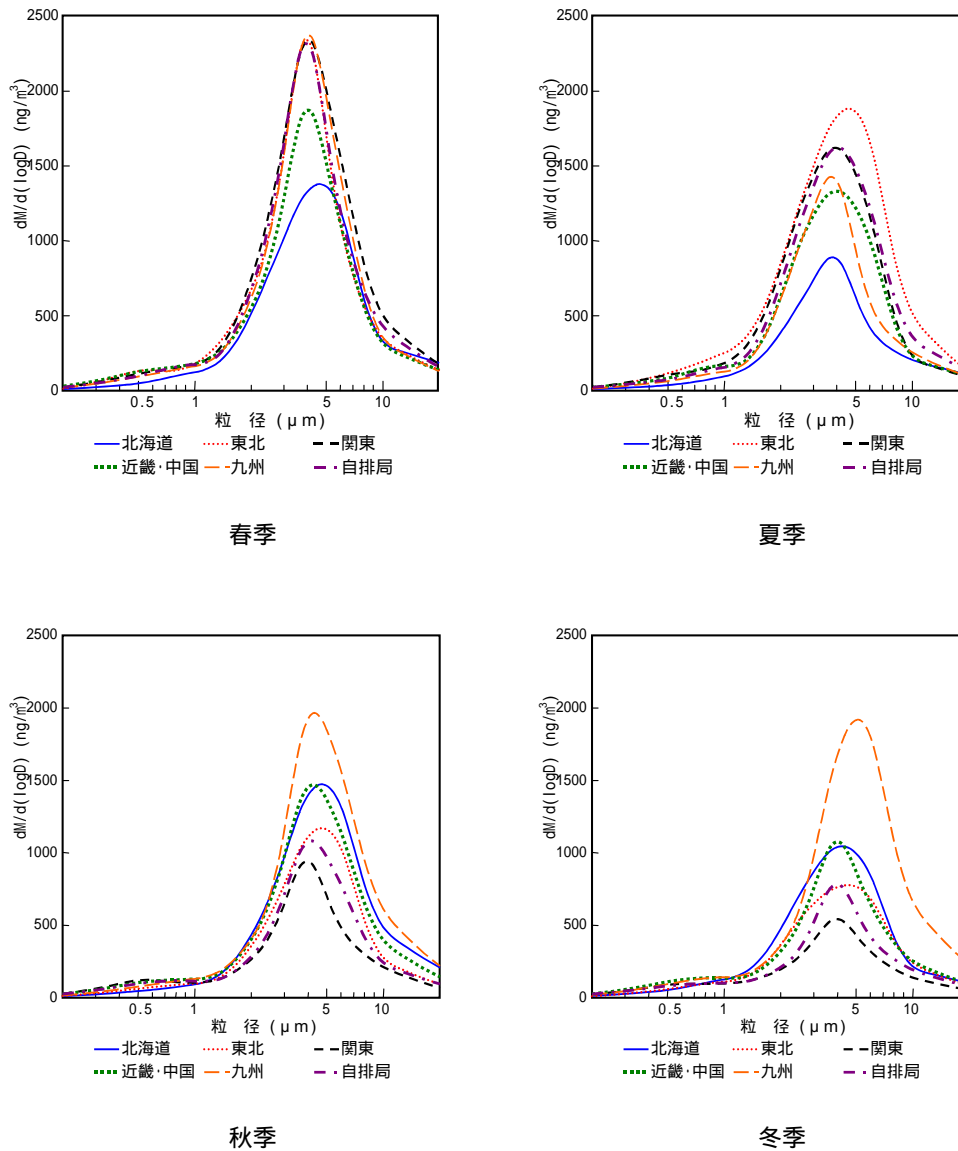
「4.7~7.0 μm」~「11<μm」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数(都市部(一般局):9 非都市部(一般局):2 自排局:5)

図 2.3.4-16 粒子状物質 (ALV) 金属成分の粒径分布 (平成 13~18 年度の平均値)



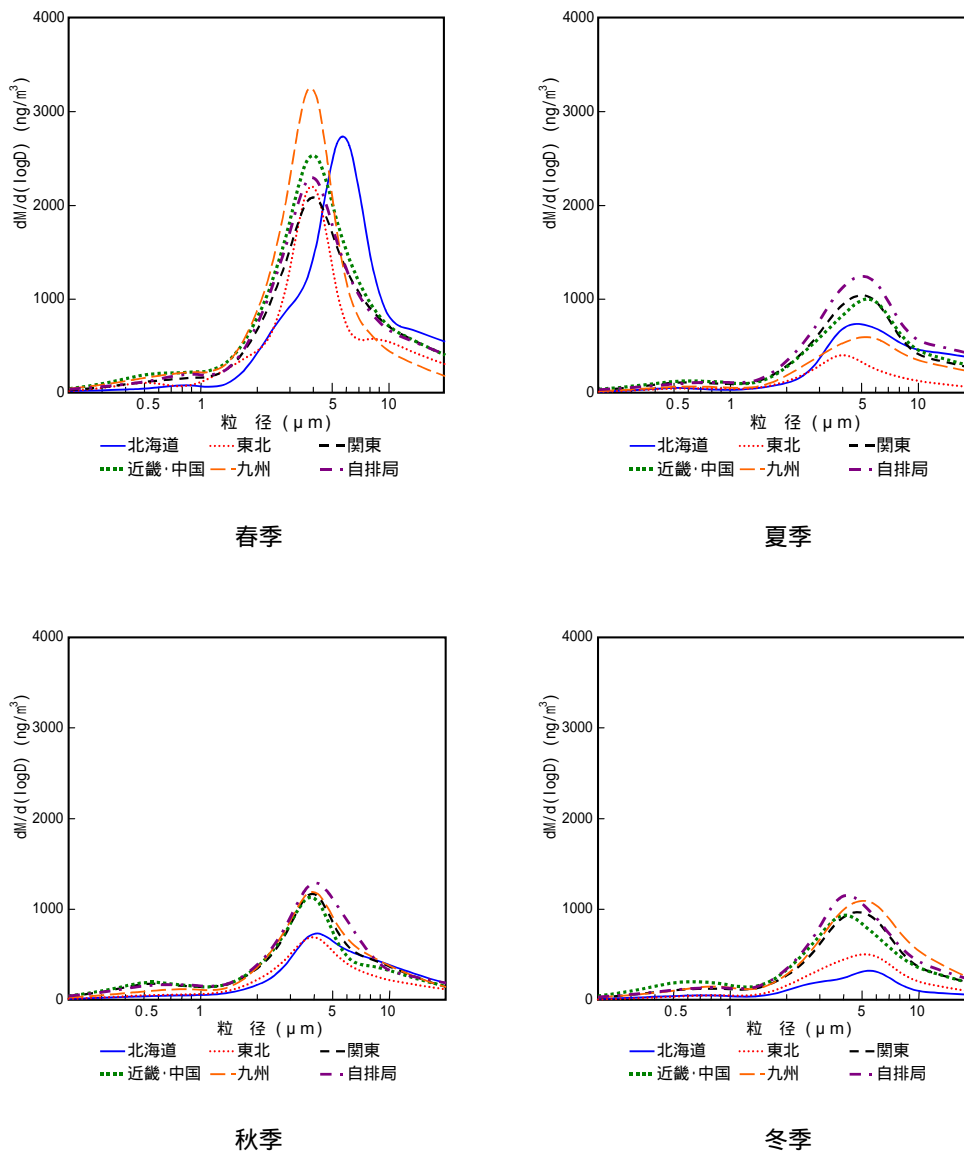
「4.7~7.0 μm 」～「11 μm 」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局=北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局：5）

図 2.3.4-17 粒子状物質（ALV） アルミニウム（Al）濃度の粒径分布（平成 13～18 年度の季節別平均値）



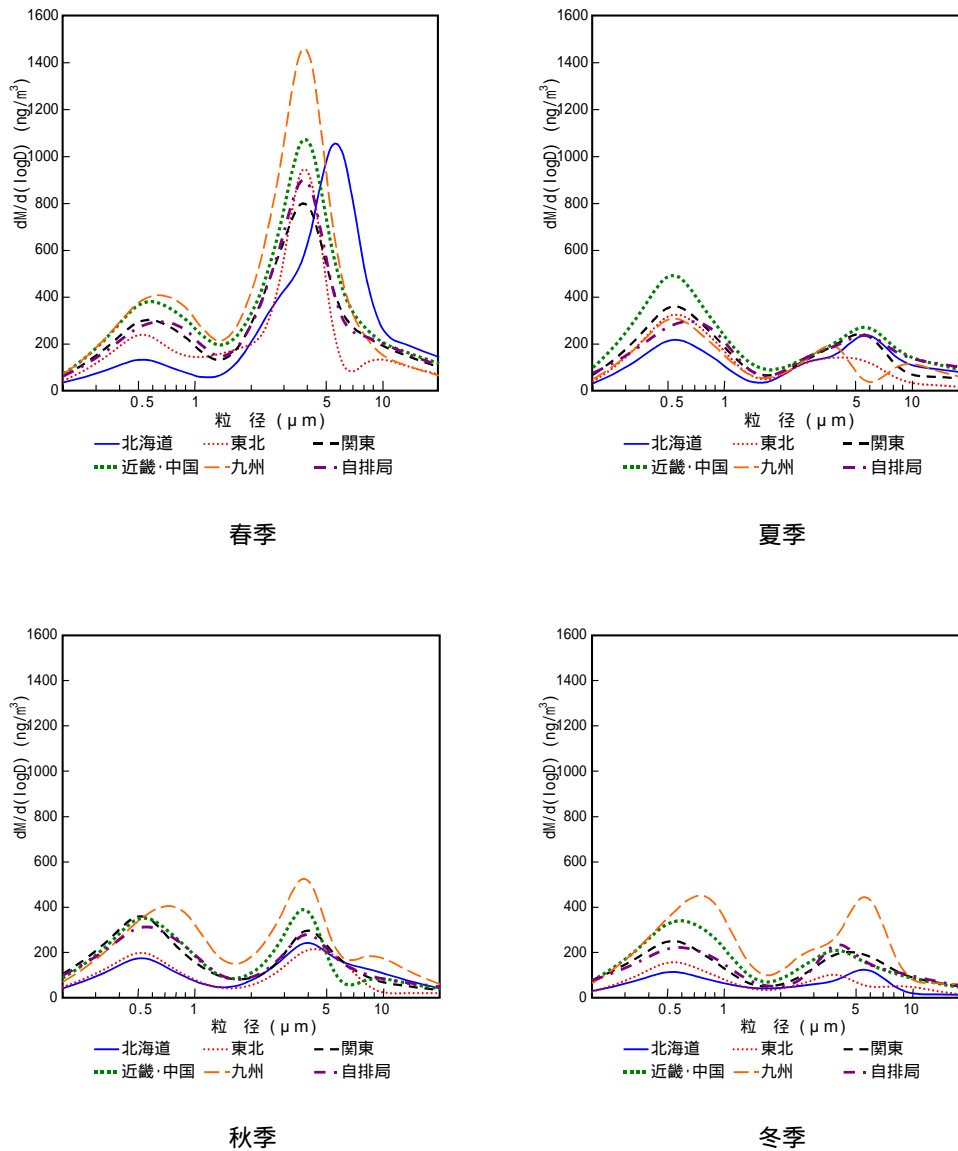
「4.7~7.0 μm 」~「11 μm 」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局=北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局：5）

図 2.3.4-18 粒子状物質（ALV）ナトリウム（Na）濃度の粒径分布（平成 13~18 年度の季節別平均値）



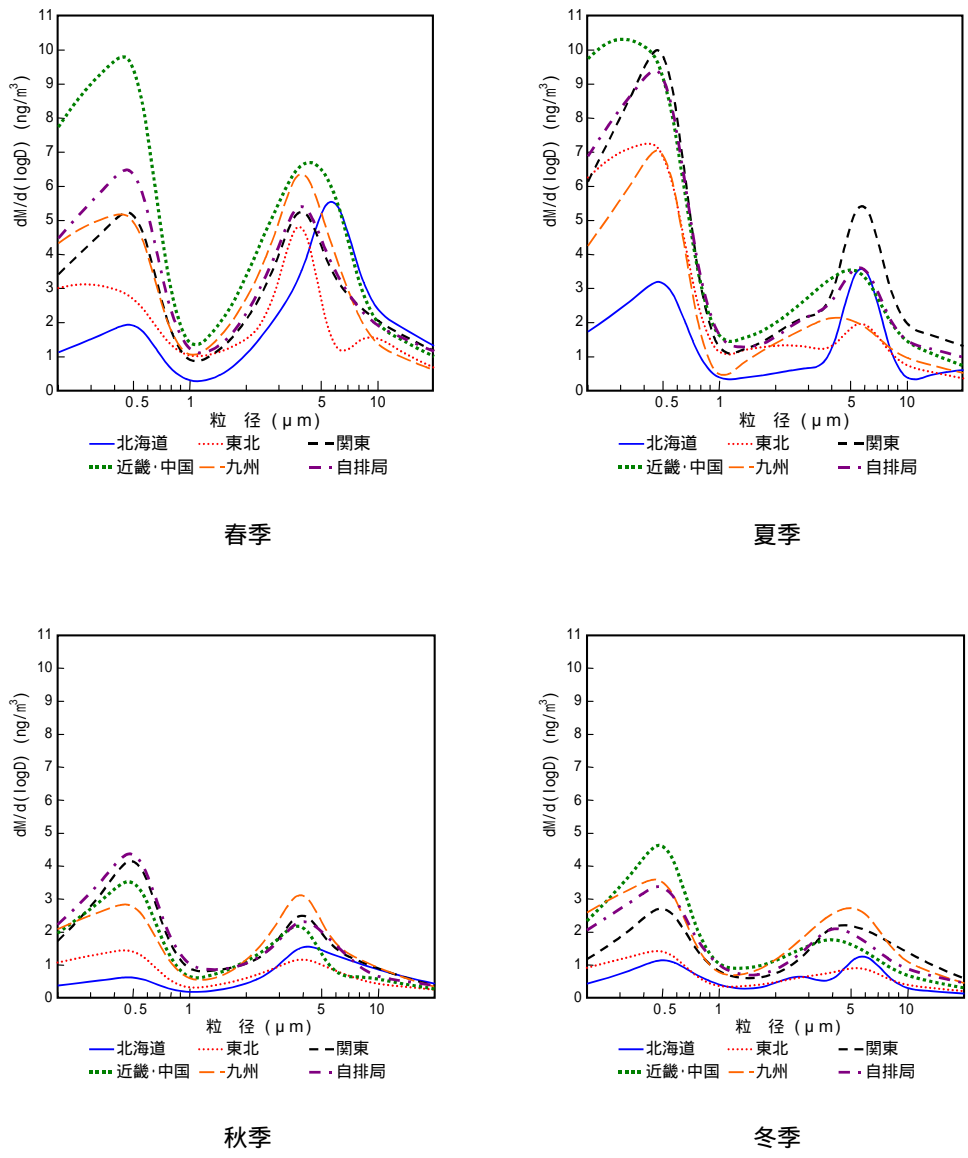
「4.7~7.0 μm 」 ~ 「11 μm 」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数 (一般局=北海道:1 東北(宮城県):1 関東:4 近畿・中国:4 九州(福岡県):1
 自排局:5)

図 2.3.4-19 粒子状物質 (ALV) 鉄 (Fe) 濃度の粒径分布 (平成 13~18 年度の季節別平均値)



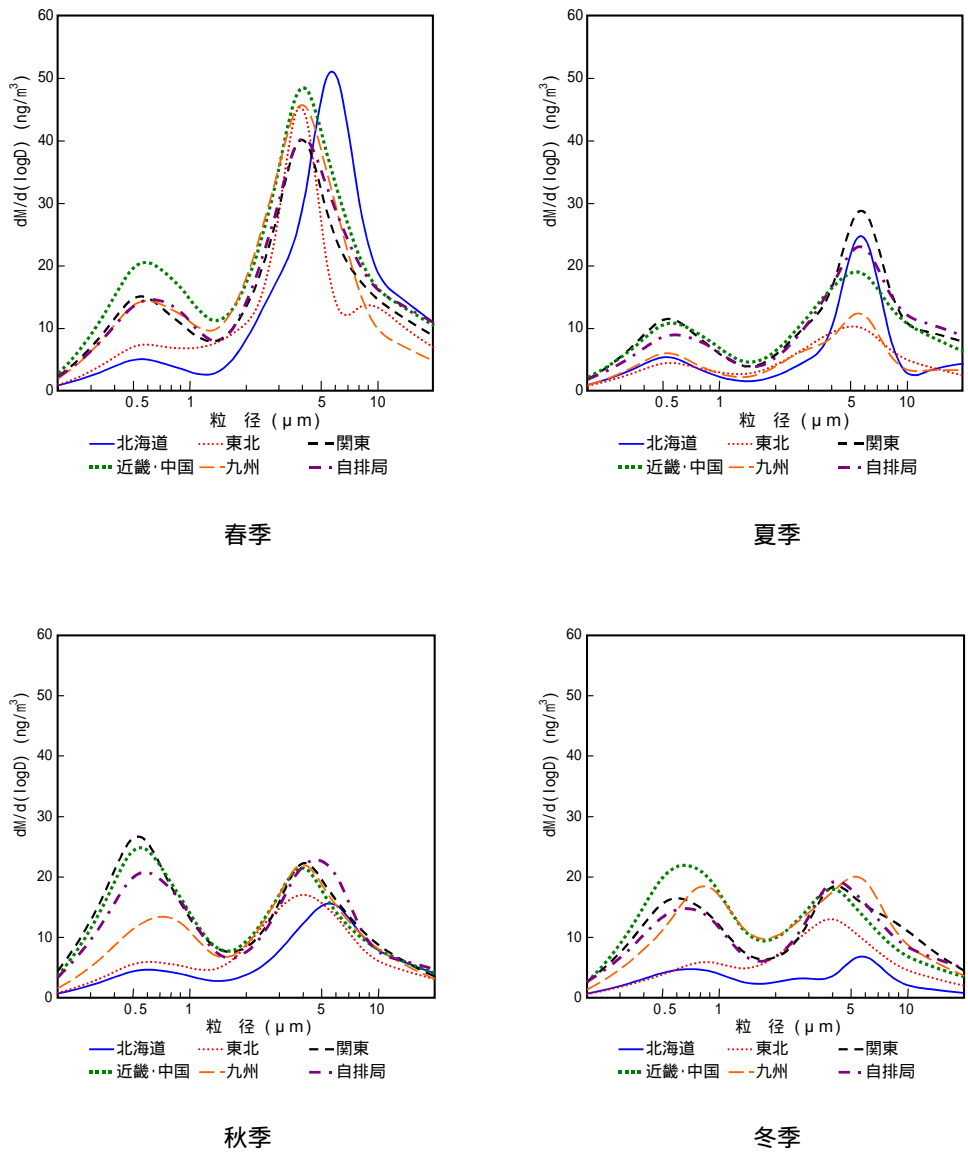
「4.7~7.0 μm 」～「11 μm 」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局=北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局：5）

図 2.3.4-20 粒子状物質（ALV）カリウム（K）濃度の粒径分布（平成 13～18 年度の季節別平均値）



「4.7~7.0 μm」～「11<μm」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局=北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局：5）

図 2.3.4-21 粒子状物質（ALV）バナジウム（V）濃度の粒径分布（平成 13～18 年度の季節別平均値）



「4.7~7.0 μm」～「11<μm」の粒径については平成13年度のみ調査を実施
 調査地点数（一般局=北海道：1 東北（宮城県）：1 関東：4 近畿・中国：4 九州（福岡県）：1
 自排局：5）

図 2.3.4-22 粒子状物質（ALV）マンガン（Mn）濃度の粒径分布（平成 13～18 年度の季節別平均値）