

道路沿道地域における微小粒子の実態把握に関する調査研究(②ナノ粒子)

石井克巳 竹内和俊 渡邊剛久

1 はじめに

従来より大気汚染の主要問題として取り組まれてきたSPMについては、2007年度に千葉県内の全測定局の環境基準達成等改善が進んでいる。一方、人体への有害性はより微細な粒子ほど大きいことが指摘されており、SPMよりも微小なPM_{2.5}の環境基準が2009年9月に制定された。さらに近年は、より微細なナノサイズの粒子(ナノ粒子)が肺胞を通過して脳などの器官に沈着し、より高い有害性を示すとの報告が注目されている。道路沿道はディーゼル排ガスなど微小粒子の発生源が生活圏に近く存在するため、人の健康への影響がもっとも懸念される場であるが、大気中のナノ粒子の実態については未把握な部分が多い。そこで、ナノ粒子の汚染状況把握を目的として道路沿道とその後背地において調査を実施した結果を報告する。

2 調査方法

2・1 SMPSによる測定

国道16号に隣接する国設野田宮崎自動車排出ガス測定局(以下、野田宮崎自排局)を沿道の調査地点とし、近隣の野田一般環境大気測定局(以下、野田一般局)を対照地点とした。調査地点の位置関係の概略を図1に示す。

測定は2009年度から冬季と夏季を隔年ごとに2012

年度まで各季2回ずつ実施し、1季の測定期間は約3週間とした。測定装置SMPS(Scanning Mobility Particle Sizer)はTSI社製3034(測定粒径範囲10~487nm, 54ch)を使用し、粒径分布を1時間値として求めた。SMPSは並行測定により機差補正を行い、一定の補正範囲のみ有効粒径範囲とした。

2・2 CPCによる測定

野田宮崎自排局を中心に図2示した後背地を含めた5地点の調査地点を設定した。測定はSMPS測定を実施している期間に、早朝、昼間、夜間の時間帯別に行った。CPC(Condensation Particle Counter)はTSI社製3007(測定粒径範囲10~1000nm, 総個数濃度測定, 1回の測定継続時間約4時間)を2または3台使用し、表1の条件で行った。

3 調査結果

3・1 SMPSによる測定

図3に測定期間中の粒径別の平均個数濃度分布を示した。両季とも野田宮崎自排局の方が野田一般局よりも全体的に個数濃度が高くなっており、ディーゼル車排ガスの影響が現れていると考えられた。特に、冬季の野田宮崎自排局において、ナノ粒子の粒径域である50nm以下の粒径の個数濃度が高くなる傾向が特徴として見られた。野田宮崎自排局の粒径分布のピークは、

夏季では20~50nmにかけてブロードな形となっているが、冬季では20nm以下の明確なピークが現れ、ピーク高が夏季の約3倍の値を示した。一方、野田一般局における両季の

表1 CPC測定条件

年度	CPC No.	測定位置(図中No.)	測定方法
2011	A	②	固定して測定
	B	①③④⑤	15分ごとに4地点を移動測定
2012	A	②	固定して測定
	B	①④⑤	15分ごとに3地点を移動測定
	C	③	固定して測定

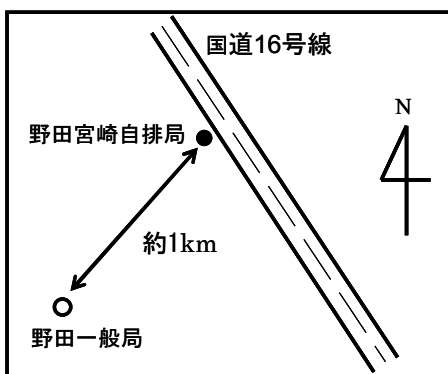


図1 調査測定局の位置関係概略

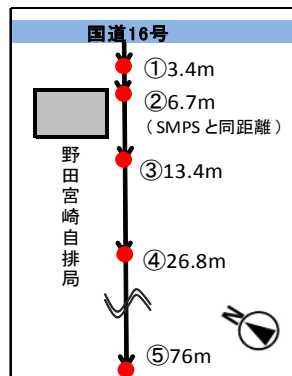


図2 CPC測定地点

粒径分布は野田宮崎自排局のような大きな違いは見られなかったが 30nm 以上の粒径で夏季に若干個数濃度が高い傾向は見られた。

ナノ粒子個数濃度の時間帯による変化を見るため、図4に粒径を $D_p < 50\text{nm}$ 領域について単位体積あたりの総個数濃度の時間別時間平均値を示した。野田宮崎自排局においては、早朝の時間帯に個数濃度の増加が見られ、特に冬季の増加は顕著である。早朝については、大型車交通量と相関関係が見られることから、この時間帯は大型車交通量の影響が大きいと考えられた。夜間についても同様な大型車交通量と相関関係が見られたが、昼間の時間帯においては大型車交通量との対応関係がかい離する傾向が見られ、気象条件など別の要因の影響を多く受けていることが推察された。

また、夏季は個数濃度としては高くないが、昼間に冬季にはないピークがあり、野田宮崎自排局と野田一般局の差が小さくなる傾向が見られた。これは、光化学反応による二次粒子の生成のため野田一般局の個数濃度が上昇し、野田宮崎自排局もバックグラウンド濃度が上昇したためと考えられた。

本調査は夏季冬季を隔年で実施しているが、同じ季同士で比較すると後の年度の方が粒子数濃度はやや高めであった。これが経年的な傾向であるか確認するためには継続的なモニタリングが必要である。

3・2 CPC による測定

CPC 測定で得られた総個数濃度経時変化の一例として、地点②～④の早朝調査時データを図5に示した。なお、CPCの測定粒径は $1\mu\text{m}$ 以下であるが、個数濃度は 50nm 以下の粒子が 7～9

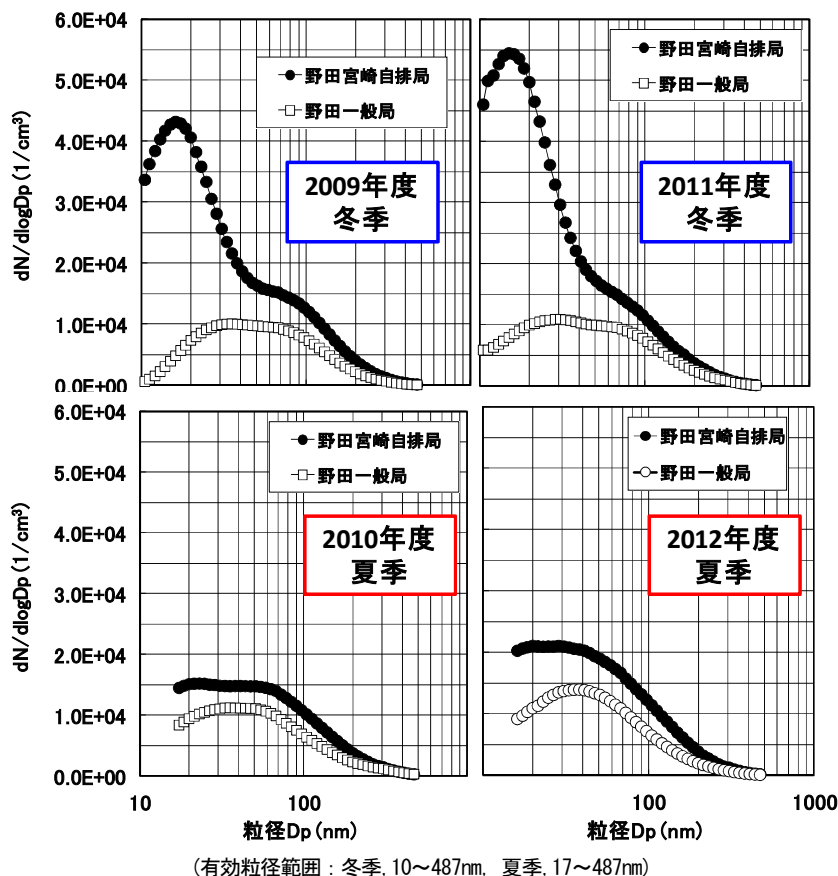


図3 平均粒径分布 (調査期間平均)

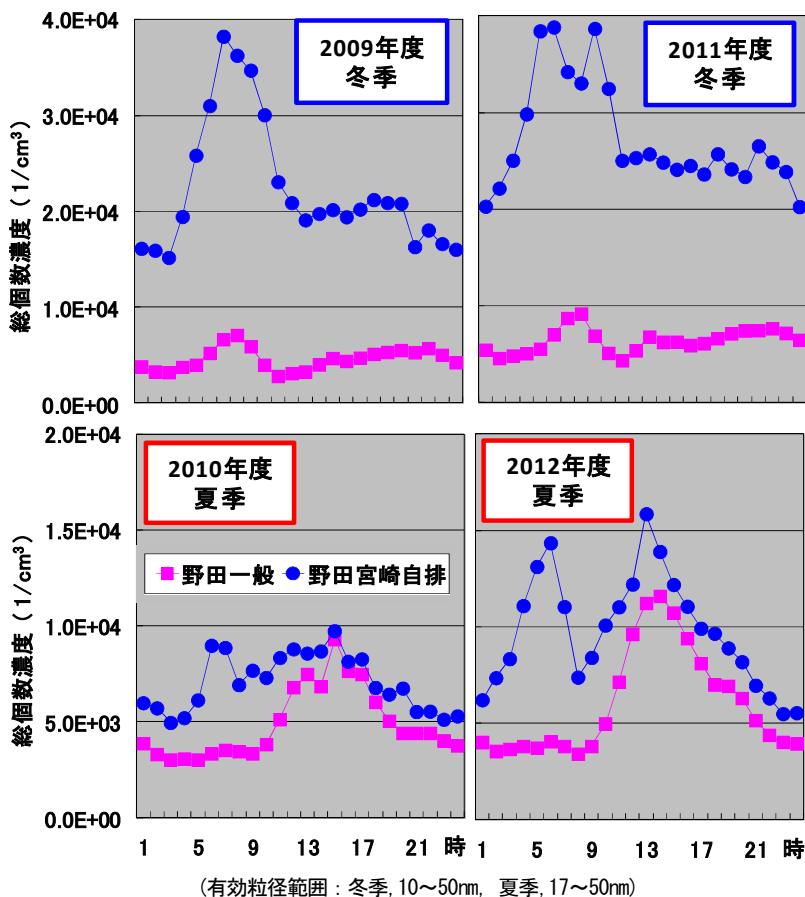
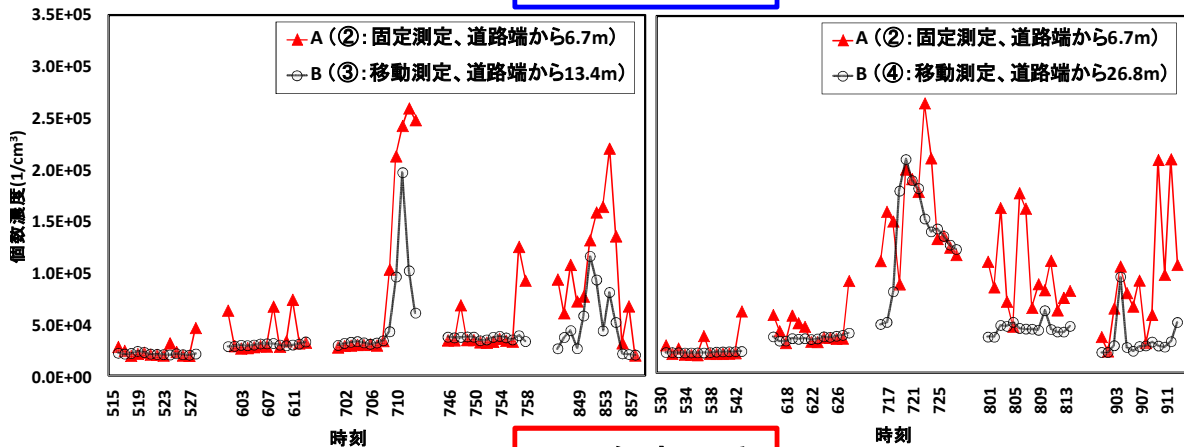


図4 総個数濃度の時間別平均値

2011年度冬季



2012年度夏季

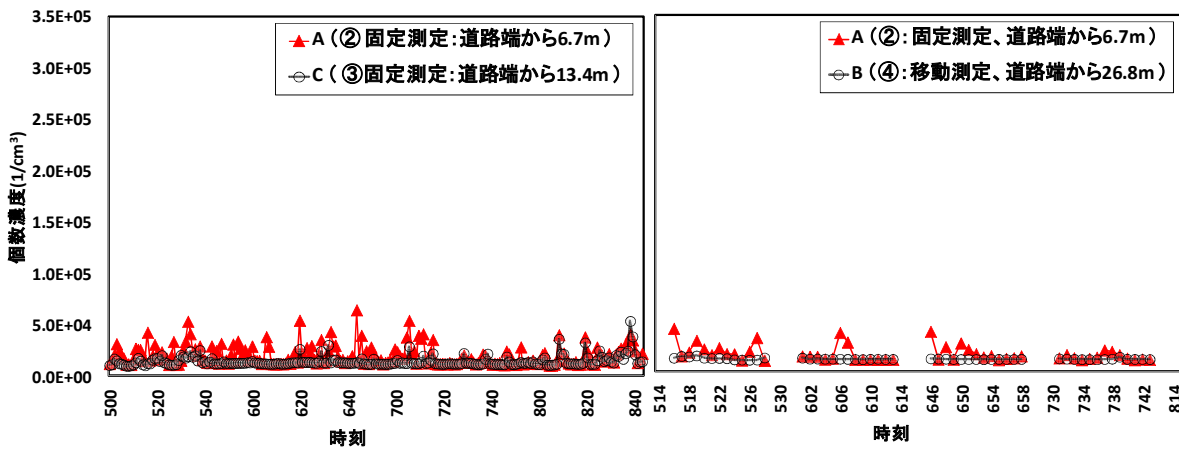


図5 道路沿道から後背地にかけての個数濃度経時変化（早朝）

割程度を占めている。

冬季は SMPS と同一距離の地点②の個数濃度が 7 時台に大きく上昇すると、地点③、④も同様の上昇を示し、後背地へ微小粒子が広がる傾向が見られた。この調査日は気温が低下し、ほぼ無風であったことから、沿道にナノ粒子が滞留しやすい状況であり、道路を風上としたわずかな風が吹くことによって微小粒子が後背地に移流することが推察された。なお、地点⑤はほとんど濃度変動がなく、移流の影響を受けにくいと考えられた。

一方、夏季は冬季に比べて地点②でも個数濃度の上昇があまり見られず、地点④で既にほぼ一定の個数濃度で安定した状況であった。このため夏季は、移流による後背地での個数濃度上昇は冬季に比べるとごく限られた範囲の現象であると考えられた。