

〔報告〕

大気中超微小粒子（ナノ粒子）に関する研究について

横田 久司 齊藤 伸治 上野 広行 石井 康一郎 内田 悠太 秋山 薫

1 はじめに

戦略的プロジェクト研究として取り組んできた

PM2.5等の微小粒子状物質等対策に関する研究成果を受け、今年度から、粒径がPM2.5よりもさらに小さいナノ粒子（「粒径50 nm又は100 nm以下の粒子」と定義される例が多い。）についての研究を開始した。EUを中心に自動車排出のナノ粒子の測定方法の規格化が進められているが、国内ではまだ検討が進んでいない。また、わが国ではほとんど大気環境における実態は明らかにされていない。このため、都内大気環境中のナノ粒子について、計測方法の検討及び一般環境における屋外調査を行うための基礎的検討を行った。

2 機器の整備

ナノ粒子は、質量的には微量であるため、個数濃度の計測が行われている。そのため、粒径10～500 nmの範囲で測定が可能なナノ粒子測定器（Wide Range Particle Spectrometer：WPS、MSP社製）2台を導入した。また、揮発性のある粒子の影響を検討するため、これらの粒子を除去できるサーモデニューダ*（Thermodenuder、Dekati社製、以下、「TD」と記す。）も導入した。これらの機器の仕様を表1に示す。微小粒子は表1の左列に記載したCPC（凝縮粒子カウンター：Condensation Particle Counter）内蔵型DMA（微分型電気移動度分級装置：Differential Mobility Analyzer）により、粗大粒子は右列のLPS（Laser Particulate Spectrometer）により測定を行う。当研究所の5階にナノ粒子測定装置を配置し、外気を導入する設備を作成した。

*サーモデニューダ：揮発性物質は、ヒーター（250℃以下加熱）で気化し、その後、吸着セクションで気化した物質は活性炭で吸着される。

3 研究結果

(1) ナノ粒子の測定方法に関する検討

ア WPSの併行試験結果について

WPSの測定精度を確認するため、2台（装置番号No.1、

表1 ナノ粒子測定器及びTDの仕様

(1) WPS

品名		Wide Range Particle Spectrometer		
製造		MSP		
型式		WPS-A model 1000XP		
粒径範囲	nm	微小側	粗大側	
		5-350	10-500	350-10,000
分級方式		DMA	なし	
粗大粒子分級		インパクト	なし	
粒子荷電方式		イオナイザ	なし	
検出器		CPC内蔵型	LPS	
循環溶液		n-butyl alcohol	なし	
粒径種類		電気移動度径	光散乱方式	
粒径チャンネル数	ch	Max 96	24	
合計個数濃度範囲	#/cm ³	20-10 ⁷	0-500	
スキャン時間	sec	24-1200	1-3200	
吸引	サンプル流量	L/min	0.30~0.45	0.7
流量	シース流量	L/min	3.0~4.5	3
電源		100VAC/160W		

(2) サーモデニューダ

品名		Thermodenuder	
製造		Dekati	
流量	L/min	10-20	
Maximum operating temperature		300 °C	
冷却媒体		空気または水	

No.2)を併行して運転し、両者の差異をみたところ、個数濃度の相関は非常に高く、機差は概ね5%以内にとどまっていた（図1(a)）。しかし、TD接続時のデータには最大1.3倍程度の差異がある場合があり、活性炭の活性状況の違いが影響していることが考えられた（図1(b)）。

イ 揮発性粒子の影響について

TDによる揮発性粒子の除去は、粒径に関わらない傾向があり（図2）、平均除去率はTDの設定温度に依存する傾向がみられた（図3）。これは、60～80 nm付近の粒子の濃度がTDの装着により大きく減少するという道路沿道における過去の報告¹⁾とは異なる傾向であった。250℃での除去率から、約70%が揮発性粒子

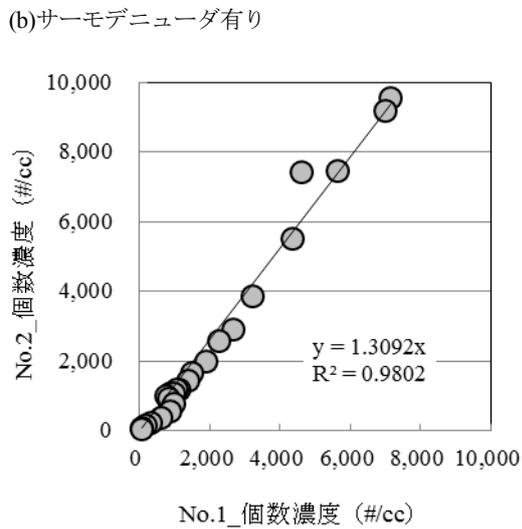
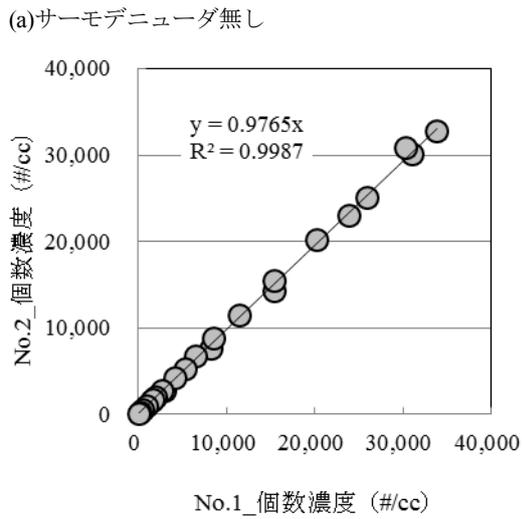


図1 WPS 併行試験の結果

であることが推定された。

(2) ナノ粒子に関するフィールド調査

平成 24 年 1 月～2 月に大気測定を実施した。個数濃度のピークは図4の事例のように粒径 30～60 nm 付近のことが多く、SPM の質量濃度の分布と異なり、一山型の分布が多く出現した。小林らの道路沿道による測定結果¹⁾よりかなり低い個数濃度であった。粒径クラス別の合計個数濃度では、100 nm 未満の粒子が 20 万個/cc 程度、100～200 nm では 5 万個/cc、200～500 nm では 5,000 個/cc 程度であった。なお、TD は装着していない。

引き続き、大気環境測定を継続するとともに、道路沿道、発生源調査方法について検討を行うこととしている。

参考文献

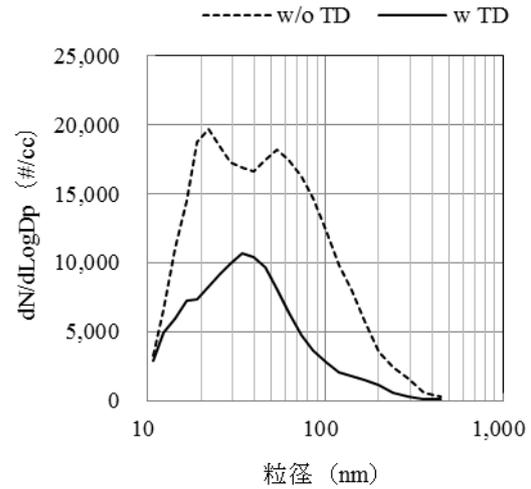


図2 TD 装着時の個数濃度の変化 (250°C)

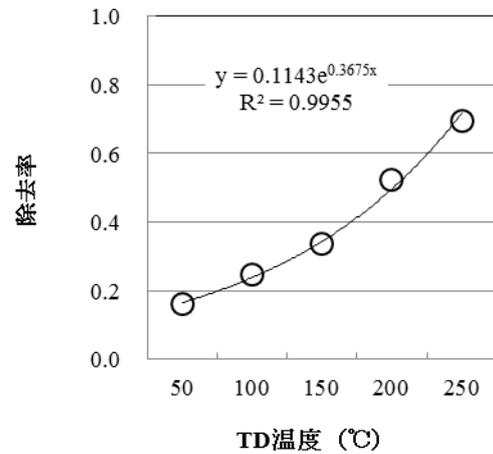


図3 TD 温度と揮発性粒子除去率の変化

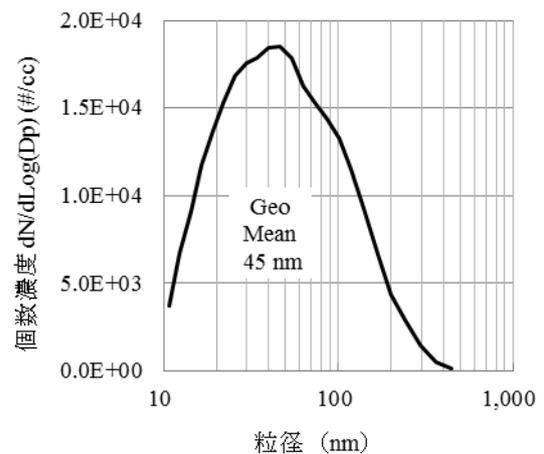


図4 個数濃度分布の例

1) 小林伸治ら、ディーゼル車からの微小粒子の排出特性と道路沿道大気中における挙動、エアロゾル研究、Vol. 21(4), pp. 305-311(2006).