

大気中超微小粒子（ナノ粒子）に関する研究

齊藤 伸治・横田 久司*・上野 広行・秋山 薫**

(*現・大気環境学会 **非常勤研究員)

【要約】 超微小粒子（ナノ粒子）の一般大気における実態を調査するため、2012年6月から2013年2月にかけて連続測定を実施した。冬季（1月、2月）の粒径分布は20～30 nm付近にピークを有する一山型であったのに対し、夏季（7月～9月）の粒径分布は30～50 nm付近にピークがあり、冬季と比べてピーク粒径が大きかった。時刻別総個数濃度はいずれの季節においても、11時～17時の日中に高くなる傾向が見られた。

【目的】

ナノ粒子は、粒径50 nm以下（100 nm以下と定義されることもある）と粒径が非常に小さいため、重量としては少ないが、個数は極めて多い特徴がある。健康影響への懸念からヨーロッパでは自動車排出のナノ粒子の測定方法の規格化され規制が始まっているが、国内ではまだ検討が進んでいない。また、わが国では一般大気における実態はほとんど明らかにされていない。そこで本研究では、都内環境大気中のナノ粒子の実態を把握するため、個数濃度の連続測定を実施した。

【方法】

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)を用いて観測を実施した。WPSの仕様を表1に示す。粒径範囲が5～350 nm（あるいは10～500 nm）の粒子については、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）により測定を行なった。試料大気は、当研究所5階の実験室ベランダから大気導入管を通じて取り込み、本測定器へと導入した。測定間隔は15分毎、原則として毎正時から1時間に4回とし、1日96回のサンプリングを行なった。得られた測定結果のうち、夏季（2012年7月～9月）と冬季（2013年1月～2月）のデータを用いて解析を行なった。

【結果の概要】

(1) 粒径分布

10～500 nmの月平均粒径分布を図1に示す。冬季（1月、2月）については20～30 nm付近にピークが見られ、一山型の分布をしていた。一方、夏季（7月～9月）については、30～50 nm付近にピークが見られ、冬季と比べてピークの粒径が大きかった。また、7月と8月に関しては、20～30 nm付近の個数濃度もやや高く、二山型に近い分布をしていた。

(2) 個数濃度の日変化

10～500 nmの総個数濃度の日変化を図2に示す。総個数濃度は、深夜から早朝にかけて最も低く、11時から17時にかけて高くなる傾向が見られた。また、日変化については季節による違いが明瞭ではなかった。

(3) 高濃度日解析

総個数濃度が高かった2012年7月16日、8月15日、28日、9月16日、17日を対象に解析を行なった。一例として7月16日の粒径別個数濃度の日変化を図3に示す。いずれの高濃度日も個数濃度は、微小側（10.7～34.2 nm）が高くなる傾向が見られ、総個数濃度に占める割合は76～84%であった。微小側の粒子の個数濃度は日中に増加していることから、今後、オゾン濃度等との関係を含めて生成機序の究明が必要である。

表1 ナノ粒子測定器の仕様

品名	Wide-Range Particle Spectrometer	
製造	MSP Corporation	
型式	Model 1000XP	
	微小側	粗大側
粒径範囲(nm)	5-350 10-500	350- 10,000
分級方式	DMA	-
粗大粒子分級	インパクタ	-
粒子荷電方式	イオナイザ	-
検出器	CPC 内蔵型	LPS
循環溶液	<i>n</i> -butyl alcohol	-
粒径種類	電気移動度径	光散乱方式
粒径チャンネル数(ch)	最大 96	24 (固定)
合計個数濃度範囲(#/cm ³)	20-10 ⁷	0-500
スキャン時間(sec)	24-1,200	1-3,200
サンプル流量(L/min)	0.30-0.45	0.7
シース流量(L/min)	3.0-4.5	3

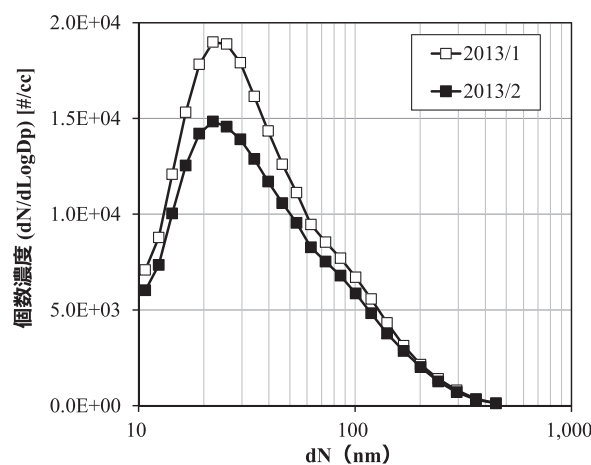
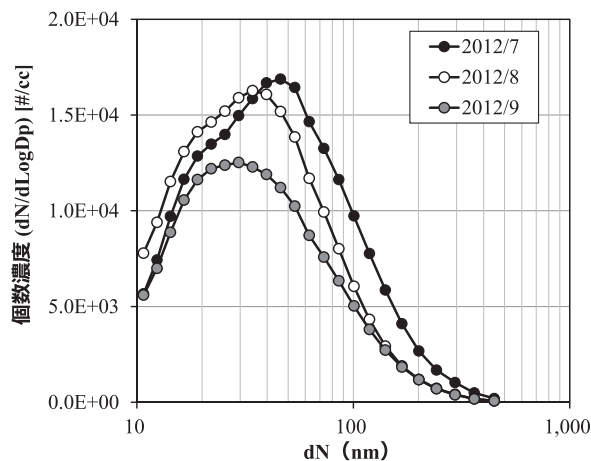
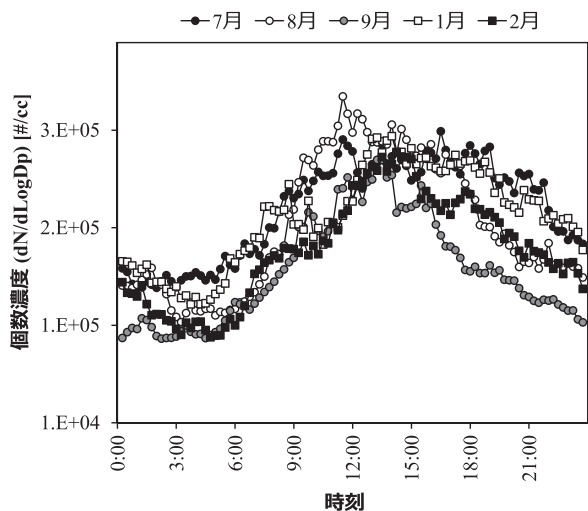


図1 ナノ粒子の月別平均粒径分布。(上)夏季：2012年7-9月、(下)冬季：2013年1月-2月。

図2 夏季(2012年7-9月)及び冬季(2013年1月-2月)の総個数濃度の日変化。

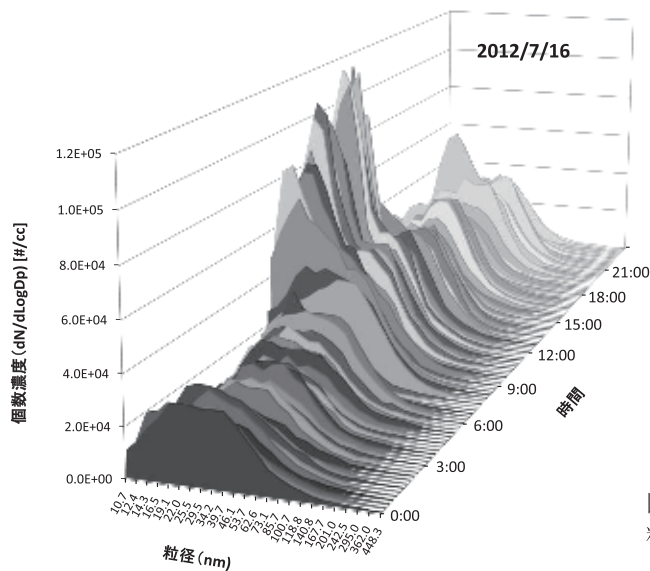


図3 高濃度日(2012年7月16日)における粒径別個数濃度の日変化。