

浮遊粒子状物質中の炭素成分の粒径分布

石井 康一郎 芳住 邦雄 吉岡 秀俊
(大気保全部)
渡辺 武春

1 はじめに

炭素成分は質量で大気浮遊粒子状物質中の20~50%という大きな割合を占めており、その濃度を制御することは浮遊粒子状物質の環境基準の維持達成にとって重要な課題となっている。また、環境に及ぼす影響の面からは、特に視程障害の主要原因物質であり、SO₂を酸化する触媒や、有害物質の吸着剤になる元素状炭素(エレメンタルカーボン)の濃度に強い関心が持たれている。この炭素成分は通常、都市大気では元素状炭素及び有機炭素に分別測定されているが、特に後者は多様な性質を持つ多くの物質の混合物であり分離分析手法の開発が期待されている。

それらの起源は元素状炭素が主にジーゼル自動車などの人工的な発生源と、有機炭素が主に人工的な発生源及びガス状物質からの二次生成とそれぞれ考えられている。しかし、それらを粒径別に測定し特性を定量化する試みは、発生源を推定し対策を講じる上で重要であるにも拘らず^{1,2)}、地域的なあるいは季節的な特性も十分には明らかにされていない。

また、炭素成分の標準的な分析法は完全に確立されているとは言えず、そのうち最も多く利用されているサーマル法による炭素成分の測定も有機炭素と元素状炭素の分離温度の設定などに今後検討の余地がある。本報告では従来のデータの蓄積の延長として、分離温度を350°Cに設定したサーマル法で、有機、元素状炭素の分別を行いその粒径分布を明らかにし、都内の地域的、季節的な特性を示した。

2 実験

(1) サンプルング

試料の採取は所定流量の28.3ℓ/分に設定したアンダーセンサンプラーを用いて行った。各段の捕集面に

は、55°Cで6時間処理して20°C、湿度50%の恒温恒湿槽に48時間放置後秤量した80mmφの石英繊維ろ紙(Pallaflex QAST 2500)を装着した。測定地点は江東区新砂の環境科学研究所(1987年8月25日~31日、257m³)、(1987年12月11日~16日、205.2m³)、多摩市の多摩測定室(1987年8月13日~19日、294.9m³)、(1987年12月11日~17日、239.6m³)、奥多摩町の小河内貯水池管理事務所、(1987年8月23日~9月8日、620.9m³)、(1988年1月7日~21日、576.8m³)、小笠原諸島父島の亜熱帯農業センター(1987年10月9日~30日、800m³)の4ヶ所である。()内はそれぞれ採取年月日及び採取空気量である。土壌は前回採取し処理した試料³⁾を分析した。

測定地点の位置等は次のとおりである。江東区は都心の汚染地域の近くにあり、多摩市は都心から離れ発生源の直接的な影響の少ない地域にあり、奥多摩町は山間部にあり、多摩市より更に都心から離れている。また、小笠原は海洋性の影響の強い非汚染地域にあって、それぞれの汚染特性を持っている。

(2) 試料の分析

試料を捕集したろ紙は、温度20°C、湿度50%の恒温恒湿槽に24時間放置して、秤量後4分の1に分割して分析に供した。分析装置の詳細及び操作は文献⁴⁾のとおりであるが、設定温度350°Cで分析して得られた炭素量を有機炭素成分量、800°Cでのそれを元素状炭素成分量とした。なお、炭酸塩の分解により生ずる炭素量を別の4分の1に分割したろ紙より定量し元素状炭素量より減じた。その測定法の詳細は文献⁵⁾のとおりである。

土壌は適当量を秤取し、ろ紙と同様にそれぞれ炭素量を分析した。

3 結果

(1) 元素状炭素

図1に元素状炭素の粒径分布を示した。各地点とも夏季には同じような二山型の分布を示した。冬季には微小粒子 ($\leq 2 \mu\text{m}$) 側のピークのみの一山型の分布となり、粗大粒子 ($> 2 \mu\text{m}$) 側はせいぜいショルダー程度となった。これらの濃度を見た場合 (表参照) 粗大粒子では夏季の各地点の濃度はほぼ等しく、冬季には都心から離れるに従ってその濃度が低下する傾向が見られた。微小粒子ではその濃度は小川内が夏冬同程度であるが、他の2地点は夏季に比べて、冬季が3倍程度高く都心からの距離に応じた低下の度合も多摩、小川内間で激しい。浮遊粒子状物質中に占める元素状炭素の割合は微小粒子側では夏、冬ともほぼ20%程度であったのに対して粗大側では江東区では夏低く、冬高い、多摩市では夏冬同程度、小川内では夏高く、冬低いという傾向が見られた。

小笠原の炭素の粒径分布は図3に示すように、粗大粒子側のピークと微小粒子側のショルダーが認められた。元素状炭素は人為的な発生源から排出されると考えられ、当地の燃焼施設の数も少ないことから、この濃度のカーボンのかかなりの部分が本土からの移流によるものと推定された。また、粗大粒子側のピークは都市大気濃度に比べた場合かなり低いものの、セルロース等の植物を発生源とする炭素の可能性も考えられる。

(2) 有機炭素

図2に有機炭素の粒径分布を示した。分布の形は元素状のそれと同じく、夏季に二山型、冬季に微小側の一山という分布であった。その濃度 (表参照) は微小側で各地点 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度であり、冬季には都心から離れるに従い低下する傾向を示した。また、粗大側は夏冬の変動は少なく、都心から離れるに従いその濃度が低下する傾向があった。浮遊粒子状物質中に占める有機炭素の割合は3から11%であり、季節的な特徴は顕著でない。小笠原では二山型の分布を示し、その濃度も粗大側 $0.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、微小側 $0.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と都市大気に比べ非常に低かった。また、浮遊粒子状物質中に占める炭素の割合は粗大側1.5%、微小側5.0%であった。

(3) 土壌中の炭素成分濃度

土壌中の炭素成分としてはグローバルな土壌中の炭素成分が0とされているため、ローカルな土壌中のそれを

見積もっておく必要がある。測定地点の周辺の土壌の分析を行った結果、江東区では有機1.6%、元素状3.0%、多摩では有機1.3%、元素状2.6%、小笠原では有機0.1%、元素状0.2%であった。

参考文献

- 1) 坂井洋一他: 大気浮遊粉じん中のエレメンタルカーボンの測定 愛知県公害センター所報 No.13, p19-23, (1985)
- 2) 大田幸雄他: 大気エアロゾル中の炭素成分が気候に及ぼす影響, 環境技術 15, 9, p9-15, (1986)
- 3) 吉岡秀俊他: 環境大気における粒子状物質中のベリリウムの測定及び挙動, 東京都環境科学研究所年報1988, p3-10.
- 4) 芳住邦雄他: リセプターモデルによる浮遊粒子状物質発生源寄与の算定, 東京都環境科学研究所年報1988, p58-60.
- 5) 石井康一郎他: 環境大気中の炭酸塩の粒径分布, 第29回大気汚染学会講演要旨集, 9308, (1988)

表 浮遊粉じん及び炭素の粒径別濃度

	浮遊粉じん濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		元素状炭素濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		有機炭素濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	粗大	微小	粗大	微小	粗大	微小
江東区 (夏)	33.5	36.2	2.48	8.54	2.26	2.55
多摩市 (夏)	20.4	28.6	3.65	7.01	1.74	2.85
奥多摩 (夏)	14.2	22.1	2.38	5.44	1.54	2.44
江東区 (冬)	55.6	85.0	9.60	23.2	1.91	5.63
多摩市 (冬)	35.4	63.8	5.30	20.1	1.22	4.11
奥多摩 (冬)	12.9	19.4	1.10	4.52	0.62	1.42
小笠原	11.2	3.1	0.68	0.27	0.17	0.16

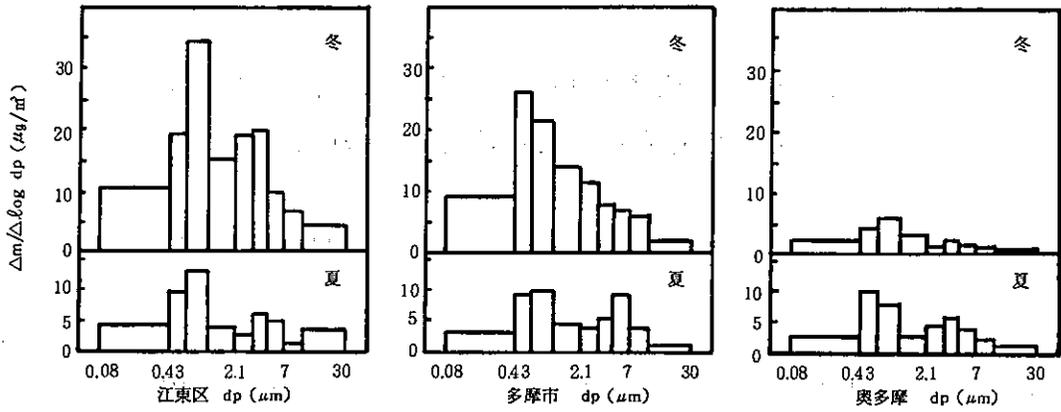


図1 元素状炭素の粒径分布

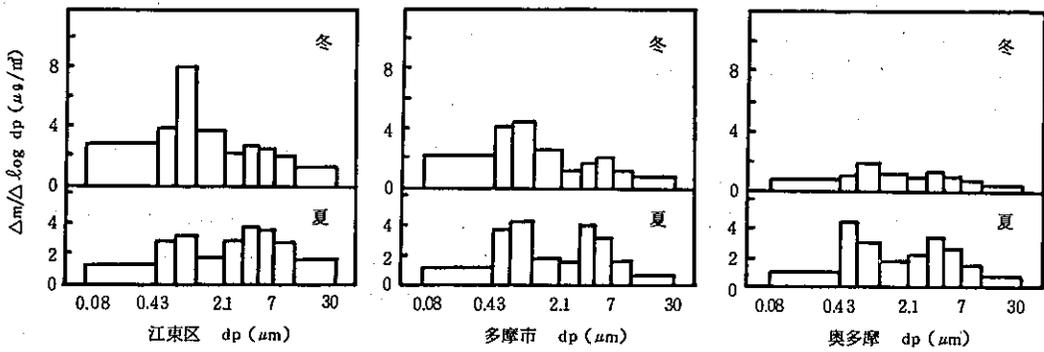


図2 有機炭素の粒径分布

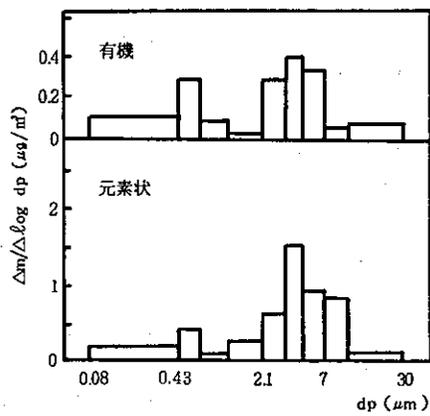


図3 小笠原の炭素成分の粒径分布