

東京都内における浮遊粒子状物質中の炭素成分の粒径分布

秋山 薫 吉岡 秀俊 芳住 邦雄
(共立女子大学)
渡辺 武春 朝来野 国彦

1 はじめに

大気中の炭素成分は、浮遊粒子状物質中に占める割合が62年度の都内数地点における調査で23~33%と高いこと¹⁾、及び都内でのCEB法による発生源寄与の調査によれば、ディーゼル自動車などの人為的発生源に由来する割合が極めて高いこと²⁾から、浮遊粒子状物質の環境基準を維持し達成して行く上で重要な成分と言える。また、環境への影響の面からは、太陽光を散乱する、視程障害の主要な原因物質として注目されている。

このように、浮遊粒子状物質中の炭素成分は、発生源推定及び環境への影響面などから、元素状炭素と相対的に多様な成分からなる有機炭素とに分けて測定することが求められている。更に、それぞれの成分についての粒径分布を把握することは、よりの確に発生源を推定して対策を講じる上で重要と考えられる。62年度においては、都内3地点での夏期と冬期における粒径分布が報告されているが、今回は、それに加えて都区内や郊外では自動車走行台数が減少する年末年始期及び早春期についても調査し、また炭酸塩炭素についても対象として、地域的及び季節的な特性を把握した。

2 実験

(1) 試料採取

アンダーセンサンプラーの0~7段の捕集面及びバックアップフィルターに、550℃で6時間加熱処理して温度20℃、湿度50%の恒温恒湿槽内に48時間放置後秤量した80mmφの石英繊維ろ紙(Pallflex QAST 2500)を装着して、所定流量の28.3ℓ/分で粒子状物質を粒径別に採取した。測定地点は環境科学研究所(江東区新砂)、多摩測定局(多摩市愛宕)、小河内貯水池管理事務所(奥多摩町)及び小笠原諸島父島の亜熱帯農業センター(小笠原村)の4地点である。これら4地点の地域の特

性はすでに報告された通りである¹⁾。採取期間は、環境科学研究所と多摩測定局については、夏期が1988年7月29日~8月5日、冬期が同年12月5日~9日、年末年始期が12月28日~1989年1月4日、及び早春期が3月23日~30日であり、小河内は夏期が8月23日~9月9日、冬期が12月12日~26日である。小笠原は10月7日~27日である。なお、土壌と道路堆積物についても数ヶ所より採取し分析に供した。

(2) 分析方法

温度20℃、湿度50%の恒温恒湿槽内に24時間放置後秤量した捕集ろ紙を1/4に分割して各分析に供した。有機炭素及び元素状炭素成分の分析は、加熱炉を増設したCHN計を用いた。設定温度が350℃で生成したCO₂量から求めた炭素量を有機炭素(Cao)、850℃でのそれから下記の炭酸塩炭素を減じたものを元素状炭素(Cae)とした³⁾。炭酸塩炭素成分の分析はNDIR法で行った。捕集ろ紙に酸を添加して発生したCO₂量から求めた炭素量を炭酸塩炭素(Cco₂)とした³⁾⁴⁾。ところで、このCHN計を用いた分析方法は設定温度を一定に保つには若干の問題があることが指摘されているが、1/12に分割した捕集ろ紙を用いて10回の繰り返し分析を行って再現性を調べたところ、変動係数は、350℃での有機炭素が4%強、850℃での炭素量が4%弱であった。同様に炭酸塩炭素の分析での変動係数は10%弱であった。なお、土壌と道路堆積物の各成分の分析は炭酸塩炭素以外についても同一条件のもとでNDIR法で行った。

3 結果及び考察

(1) 元素状炭素

図1に元素状炭素の粒径分布を、表に濃度を示した。図1によれば、主として人為的発生源に起因するといわれる元素状炭素は、環境科学研究所と多摩測定局では微

表 浮遊粉塵及び炭素成分の濃度

	浮遊粉塵濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		元素炭素濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		有機炭素濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	粗大	微小	粗大	微小	粗大	微小
環境科学研究所(夏期)	52.1	42.2	4.74	10.5	3.19	4.21
多摩測定局(夏期)	30.6	41.5	2.92	9.94	2.12	3.96
小河内(夏期)	13.9	18.8	1.74	3.10	2.10	1.73
小笠原(秋期)	16.5	5.8	1.00	0.30	0.68	0.29
環境科学研究所(冬期)	63.6	76.1	8.86	22.3	6.90	10.6
多摩測定局(冬期)	47.9	62.8	5.45	17.8	3.80	7.80
小河内(冬期)	14.2	11.8	1.05	3.19	0.77	1.45
環境科学研究所(年末年始期)	30.6	31.8	3.53	7.93	2.65	3.48
多摩測定局(年末年始期)	25.5	29.0	2.77	6.73	1.58	2.94
環境科学研究所(早春期)	37.5	41.6	3.13	9.83	1.61	3.05
多摩測定局(早春期)	31.3	38.0	2.39	7.90	1.37	2.51

小 ($< 2 \mu\text{m}$) 側にピークを持つ、粗大 ($\geq 2 \mu\text{m}$) 側では季節によってはわずかに肩がみられる一山型であった。大規模発生源から離れた山間部の小河内では冬期は一山型だが、夏期は二山型となった。非汚染地域の小笠原では粗大側にピークを持ち、微小側に肩のみられる一山型であった。次に濃度についてみると、地域的には都心から離れるに従って減少するが、微小側での環境科学研究所と多摩測定局との差は小さい。小笠原での微小側での肩に相当する濃度は極めて低いが、汚染地域からの移流が考えられる。季節的には環境科学研究所と多摩測定局では冬期に高濃度で、夏期が低い。小河内では微小側は概ね同程度だが、粗大側では夏期の濃度が高くなっている。これは夏期にこの地域で増大する自動車走行に伴う発塵(都内の土壤中0.5~6.5%, 道路堆積物中1.9~5.6%, $n=12$)の影響も考えられる。

環境科学研究所と多摩測定局については年末年始期と早春期についても調査したが、年末年始期が特に低濃度

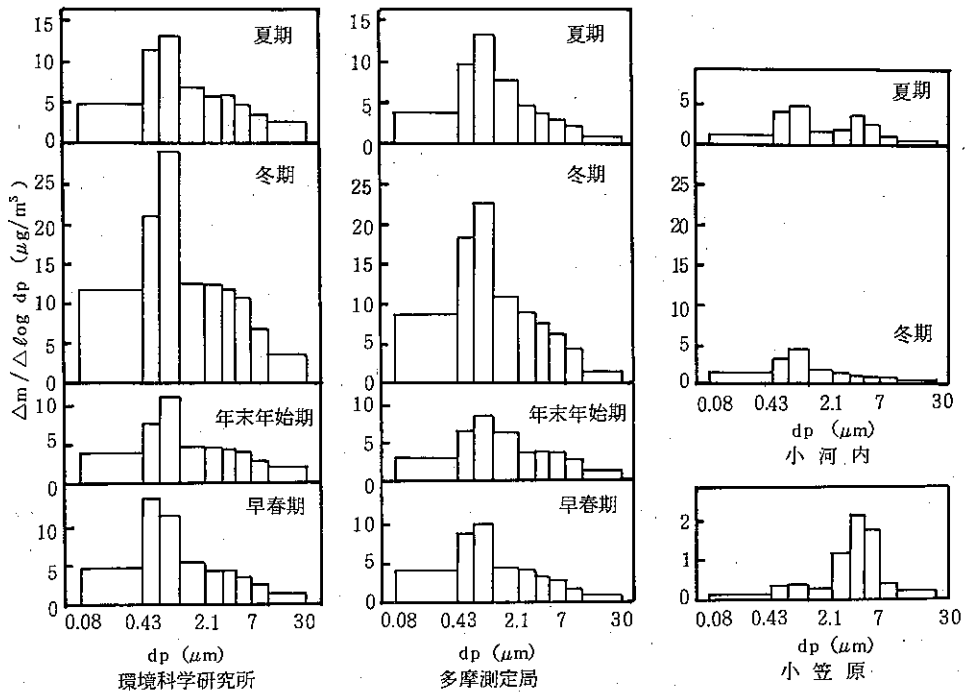


図1 元素炭素の粒径分布

となる訳ではなく、粗大側では早春期よりも若干高い値となった。この時期の浮遊粒子状物質に占める元素状炭素の割合は、粗大側が11%前後、微小側が24%前後であり、粗大側では冬期について大きく、微小側では冬期について夏期と同程度の値であった。

(2) 有機炭素

図2に有機炭素の粒径分布を示した。環境科学研究所と多摩測定局では微小側に高いピークを持つ二山型であった。小河内では冬期は同様の二山型であるが、夏期は粗大側に高いピークを持つ二山型となった。小笠原では微小側は肩程度の一山肩に近い分布となった。次にこれらの濃度についてみると、地域的には都心から離れるに従って減少するが、夏期の粗大側では多摩測定局と小河内とではほとんど変わらない。季節的には環境科学研究所と多摩測定局では冬期が高く、夏期が低い。小河内では逆に夏期の方が高濃度であり、特に粗大側は3倍近い値であった。これは植物起源の物質や自動車走行に伴う発塵

(都内の土壌中0.5~3.5%, 道路堆積物中0.7~2.8%, n=12) も一因と考えられる。

年末年始期については、環境科学研究所と多摩測定局とも、粗大側、微小側いずれも夏期よりは低い濃度ではあるが、早春期よりも高い値であった。この時期の浮遊粒子状物質に占める有機炭素の割合は、環境科学研究所では粗大側が8.6%, 微小側が11%であり、多摩測定局では粗大側が6.2%, 微小側が10%であった。これは、環境科学研究所の粗大側で若干高いのを除けば、夏期における値と概ね同程度であった。

(3) 炭酸塩炭素

図3に環境科学研究所における炭酸塩炭素の粒径分布を示した。図3のように、いずれの地点、いずれの季節にあっても、炭酸塩炭素は微小側では確認されないか、ほんのわずかであった。この濃度は冬期が高く、夏期が低い。年末年始期も比較的高く、特に多摩測定局では冬期に匹敵する濃度であった。このため浮遊粒子状物質に

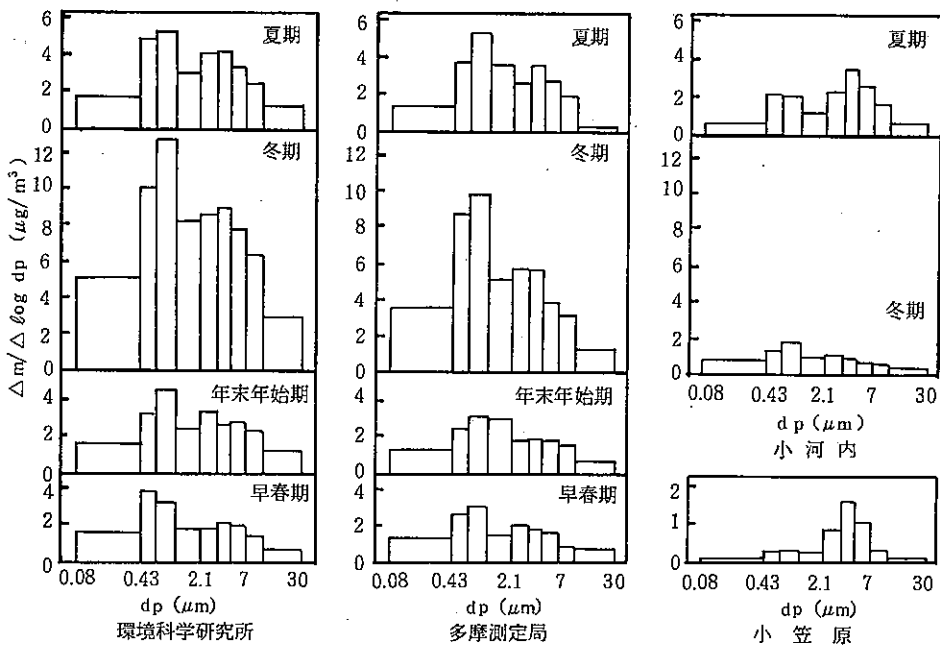


図2 有機炭素の粒径分布

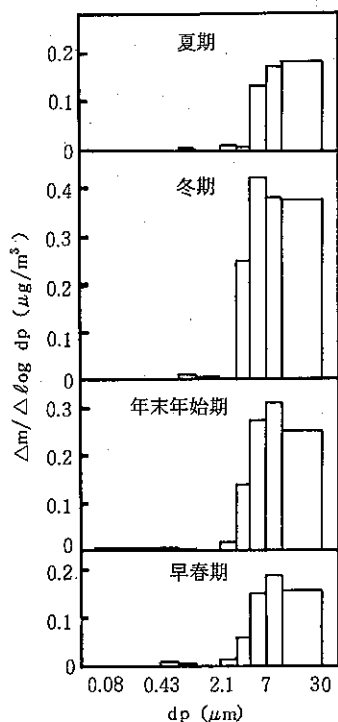


図3 環境科学研究所の
炭酸塩炭素の粒径分布

占めるこの割合は年末年始期が最も高いが、その場合にも粗大側で最大でも1%（0段の粒径範囲では1%強）に満たなかった。粗大側での発生源は土壤（都内の土壤中0.01~0.2%、道路堆積物中0.3~1.5%（5.4%）、 $n=12$ ）と推定されるが、浮遊粒子状物質中の濃度はこの土壤の値よりも低めとなっている。これは酸性物質によって炭酸が失われるためと考えられる。

参考文献

- 1) 石井康一郎ら：浮遊粒子状物質中の炭素成分の粒径分布、東京都環境科学研究所年報1989, p. 79.
- 2) 芳住邦雄ら：東京都における浮遊粒子状物質へのリセプターモデルによる発生源寄与の評価、東京都環境科学研究所年報1989, p. 3.
- 3) S. H. Cadle et al: Automated Carbon Analyzer for Particulate Samples, Anal. Chem., 52, 2201 (1980).
- 4) 石井康一郎ら：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).
- 5) 伊瀬洋昭ら：ステップ昇温による炭素成分の熱分析、東京都環境科学研究所年報1989, p. 103.
- 6) 吉岡秀俊ら：環境大気における粒子状物質中の金属成分への土壤寄与、東京都環境科学研究所年報1989, p. 75.