

# 浮遊粒子状物質中の炭素成分の高度特性と粒径分布

秋山 薫 吉岡 秀俊 鎌滝 裕輝 三好 康彦

## 要 旨

東京タワーの高さの異なる3測定点で、1990年から5年間、月に1度浮遊粉塵中の炭素成分について調査し、この高度特性について検討した。また、粒径分布も調査した。元素状炭素及び有機炭素とも高度が高くなると濃度は減少する傾向があり、それは有機炭素の方が大きかった。また、この減少傾向を粒径別に見ると、元素状炭素は冬期の微小側で、有機炭素は夏期に粗大側で明らかであった。これは、有機炭素については分解の可能性が、元素状炭素については自動車の影響が考えられる。

キーワード：浮遊粒子状物質、元素状炭素、有機炭素、鉛直分布、粒径分布

## Size Distribution and Vertical Profile of Carbon Components in Ambient Particulate Matter

Kaoru Akiyama, Hidetoshi Yoshioka, Hiroki Kamataki and Yasuhiko Miyoshi

### Summary

Vertical profile of carbon components in ambient particulate matter was investigated every month for five years since 1990 at 3 points of Tokyo tower. In addition, the size distribution was investigated in summer and winter of the last year of these five years. Concentrations of elemental carbon and organic carbon had decreasing tendencies with height. The decreasing tendency of organic carbon was larger than that of elemental carbon. Next, considering the range of particle size, the tendency to decrease was observed obviously on fine particles of elemental carbon in winter and coarse particles of organic carbon in summer. So, it was considered that organic carbon had a possibility of resolution, and that elemental carbon was influenced by automobile.

Keywords : ambient particulate matter, elemental carbon, organic carbon, vertical distribution, size distribution

### 1 はじめに

東京都内においては、環境基準達成率が厳しい状況で推移している浮遊粒子状物質は、都内の広い範囲にわたって高濃度となることが知られている。この主要な成分である炭素成分についても、都心部の環境科学研究所と郊外の多摩測定局や福生測定局とでは濃度が余り変わらない事例も既に報告した<sup>1,2)</sup>。しかし、このような高濃度現象が現れると言われている浮遊粒子状物質の高さ方

向の分布の測定例は少ない。東京タワーにおける測定例としては鎌滝ら<sup>3)</sup>の金属成分について、吉岡ら<sup>4)</sup>の多環芳香族炭化水素成分についてがある。また功力ら<sup>5),6)</sup>は筑波での高度別の測定例を報告している。ここでは、この浮遊粒子状物質及び炭素成分の高度特性を把握する目的で、東京タワーの高さ25 m地点、125 m地点及び225 m地点で調査を行い、これらの鉛直分布を、また粒径分布についても1例ではあるが夏期と冬期に調査し、その特

徴を検討したので報告する。

## 2 調査方法

### (1) 調査地点及び期間

調査は、1990年の5月から1995年の3月にかけて、東京都の立体測定局である東京タワー（港区芝公園4-2-8）の高さ25m地点、125m地点及び225m地点で、概ね月に1度実施した。また、1994年の夏期と冬期には粒径分布を調査した。

### (2) 採取方法

浮遊粉塵の捕集は、ハイボリウムサンプラーで行った。捕集ろ紙には石英繊維ろ紙（Pallflex 2500 QAST）を用い、24時間捕集した。粒径分布の調査ではアンダーセンサンプラーを9段に設定して1週間捕集した。捕集ろ紙は、同様に石英繊維ろ紙である。

### (3) 分析方法

炭素成分の分析は熱的方法で行った<sup>1)</sup>。酸素存在下窒素気流中で、350℃で5分間保持して炭酸ガスとして発生するものを有機炭素と見なし、その後、900℃以上で発生

する炭酸ガスから求めた炭素成分を元素状炭素とした。

## 3 結果及び考察

### (1) 捕集高度と濃度推移

#### ア 浮遊粉塵

捕集高度別の浮遊粉塵の濃度推移を、元素状炭素及び有機炭素と共に図1に示した。また、5年間の平均の季節変化を図2に示した。東京の都心部の港区に位置する東京タワーの、地上付近25m地点の浮遊粉塵濃度は、都区内の南部や北東部に比較して若干低い傾向にある<sup>7)</sup>。この浮遊粉塵濃度は秋期から冬期にかけてが高く、夏期が低い傾向であった。また、概ね、地上付近の25m地点の濃度が高く、捕集高度が高くなるに従って低くなる傾向であった。この傾向は、東京都の立体測定局で得られている浮遊粒子状物質濃度の傾向<sup>8)</sup>と一致している。

#### イ 元素状炭素

浮遊粉塵の主要な成分である元素状炭素の濃度は、浮遊粉塵と同様に概して秋期から冬期にかけてが高濃度となり、夏期が低い傾向であった。次に、捕集高度と元素

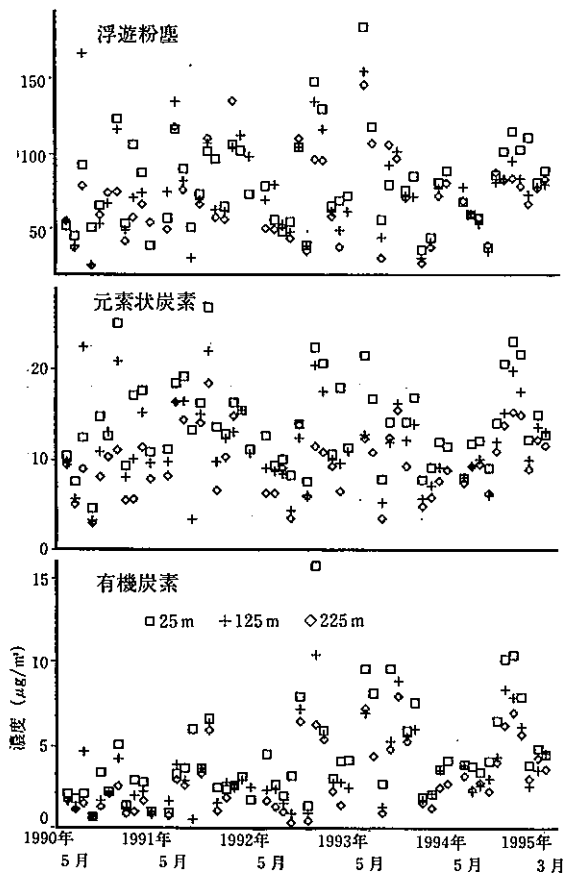


図1 捕集高度と濃度推移

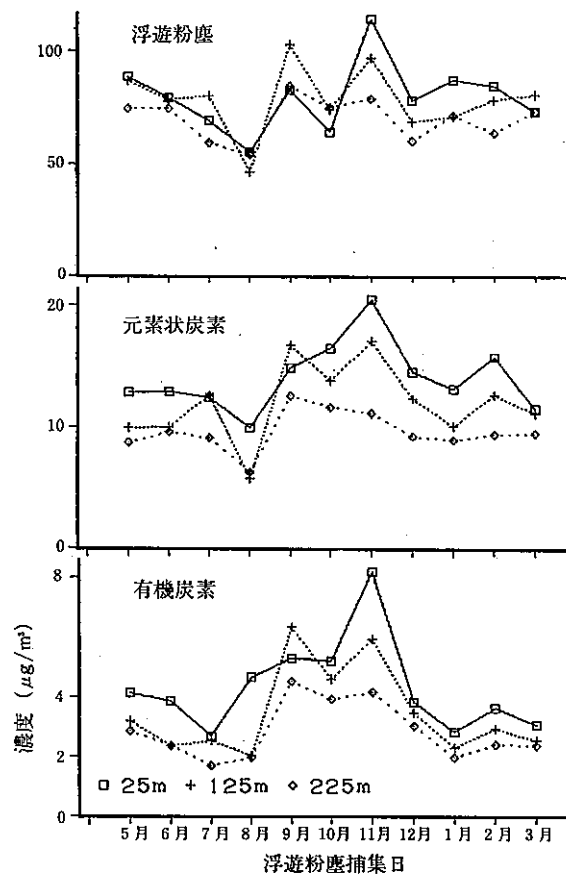


図2 捕集高度と季節変化

状炭素濃度との関係を見ると、地上付近が高く、漸次低くなる傾向であり、この傾向は浮遊粉塵の場合にも見られるが、濃度が高い時に顕著であった。これは、一般に大気が不安定な夏期には上下の攪拌が大きくて、元素状炭素あるいは浮遊粉塵濃度は低くなり、従って上下の濃度差も縮まり、一方大気の安定する冬期には上下の攪拌も小さくて高濃度が現れ、濃度差も広がるものと考えられる。このことは、また元素状炭素の主要な発生源が地上付近にあることを示唆しており、自動車の主たる発生源であることと一致する。

ウ 有機炭素

有機炭素濃度は秋期が高い値となった。高度による濃度変化も高濃度時の場合が大きいですが、夏期にも著しい例が見られた。この有機炭素濃度の高度による変化は先の元素状炭素濃度の変化よりも大きかったり、小さかったりして、これがこの成分の特徴とも考えられる。

(2) 捕集高度と濃度比

各成分の25 m地点の濃度を1とした場合の、125 m地点及び225 m地点の濃度比を図3に示した<sup>7)~8)</sup>。この5年間の平均濃度で表されているが、浮遊粉塵濃度の高度による変化傾向は、立体測定局で得られた浮遊粒子状物質の測定例と比較的一致した。また、二酸化硫黄<sup>9),10)</sup>の濃

度変化に近い傾向であった。主要な発生源が自動車と考えられる元素状炭素は、浮遊粉塵の濃度変化よりも2倍以上も大きく、現象的には二酸化窒素あるいは窒素酸化物<sup>11)</sup>と似通った傾向であった。有機炭素は、この元素状炭素の変化傾向よりもわずかながら大きく、これは、大気中で二酸化窒素に酸化される一酸化窒素や大気中で不安定であり、分解等が指摘されているベンゾ(a)ピレンなどの多環芳香族炭化水素の変化例を考慮すると、この成分の分解が起こっているとも考えられる。炭素成分と多環芳香族炭化水素成分の濃度変化の傾向が125 m地点までは比較的似通っており、225 m地点で大きく変わるの

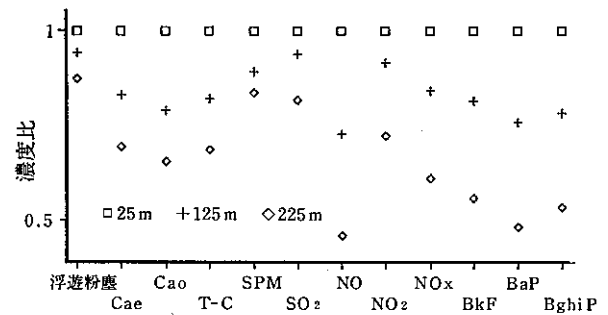


図3 捕集高度と各種成分の濃度比

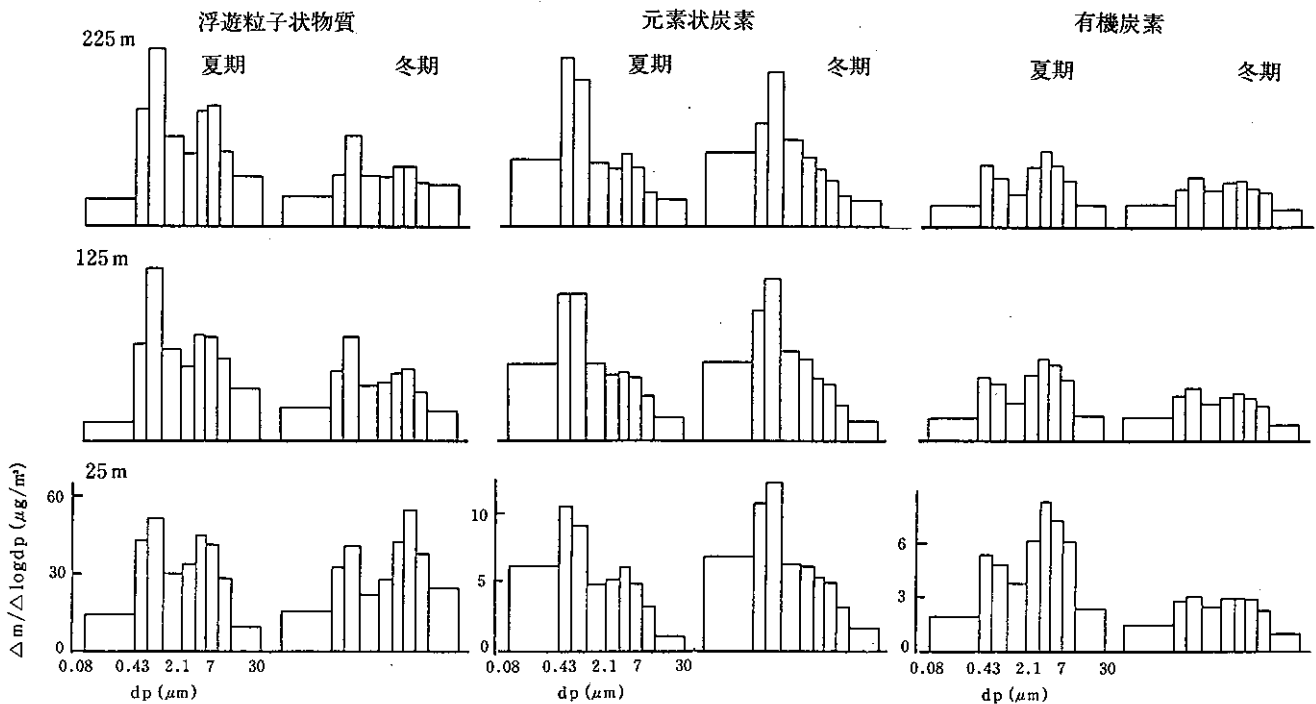


図4 捕集高度と粒径分布

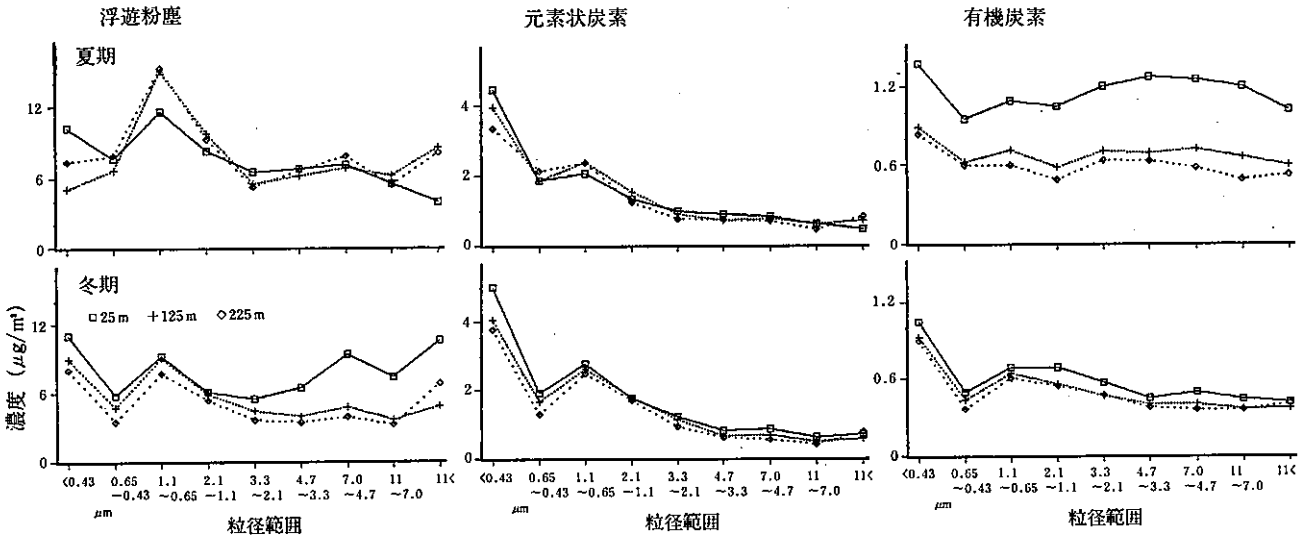


図5 捕集高度と粒径別濃度

0.001) が認められるが、225 m地点では若干失われる傾向にあることから、これらの分解の程度の差を反映しているものと考えられる。

(3) 捕集高度と粒径分布

ア 粒径分布

浮遊粒子状物質、元素状炭素及び有機炭素の高度別の粒径分布を図4に示した。浮遊粒子状物質の粒径分布は二山型であった。冬期の場合、25 m地点では粗大側のピークの高い二山型だが、このピークは高度が増すに従って低くなり、125 m地点や225 m地点では微小側のピークの高い二山型となった。一方、自動車由来と考えられている元素状炭素は、夏期の場合には粗大側に小さなピークを持つ二山型となるが、冬期の場合には25 m地点では粗大側に肩らしきものが認められるものの、225 m地点ではそれも消えて、一山型と言える分布を示した。有機炭素の粒径分布はピークの高さの変化は大きいですが、高度によらず二山型であった。

イ 粒径別の濃度変化

高度別の各粒径範囲の濃度を図5に示した。高度による各粒径範囲の濃度変化は、夏期には余り見られないが、冬期の場合には全粒径範囲で認められ、粗大側の粒子でより大きかった。粗大な粒子は縦方向への拡散、移流が小さいためと考えられる。元素状炭素も粒径が0.43 μm以下の粒子を除けば、夏期にはほとんど濃度変化は見られず、冬期に若干認められるが、こちらは微小側の粒子で明確となった。これは、大気の安定する冬期にあって、

微少な粒子で構成される自動車排気粒子の影響を反映しているものと考えられる。次に、有機炭素は夏期、冬期とも、全粒径範囲で濃度変化が認められるが、夏期の方が明らかで、粗大側の粒子では5割以上も減少する例も見られた。これは、この時期における一酸化窒素の変化例よりも大きかった<sup>12)</sup>。そこで、大気中で比較的安定で指標性が高いと考えられている元素状炭素との比を求め、図6に示した。それによれば、冬期の場合には各粒径範囲とも高度による差はほとんど現われないが、夏期には

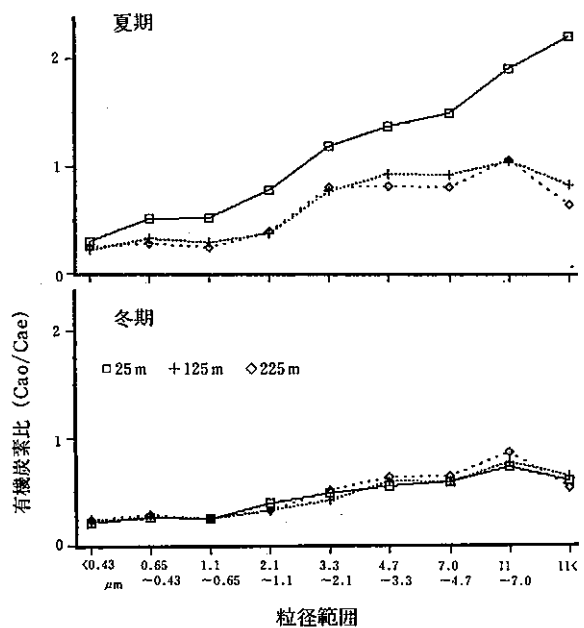


図6 捕集高度と有機炭素比

その差が明確に認められた。この変化は、125 m地点までに大きく変化し、そこから225 m地点までの変化は粗大側でわずかに見られるがほとんど変わらないことが認められた。この様に、この有機炭素濃度の減少は、元素状炭素に対する比も減少していることから、また冬期の捕集例ではほとんど変化が認められないことから、この捕集時にあっては25 m地点から125 m地点の間ではほぼこの成分の分解が起こっているとも考えられる。

測定結果、平成6年7月、12月。

#### 引用文献

- 1) 秋山薫ら：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と発生源寄与の推定、東京都環境科学研究所年報1991、p.71-77.
- 2) 秋山薫ら：東京都における浮遊粒子状物質中の炭素成分の粒径分布と季節特性、及び各種発生源粒子の粒径分布の推定、東京都環境科学研究所年報1992、p.44-53.
- 3) 鎌滝裕輝ら：東京タワーにおける高度別TSP中の重金属成分の経年季節変化と分布、東京都環境科学研究所年報1991-2、p.66-71.
- 4) 吉岡秀俊ら：環境大気における多環芳香族炭化水素の濃度推移と挙動（第2報）—経年推移と粒径分布—、東京都環境科学研究所年報1993、p.53-60.
- 5) 功力正行ら：大気エアロゾルの鉛直分布測定（6）、（7）、第26回大気汚染学会講演要旨集、p.585、586.
- 6) 功力正行ら：大気汚染成分の鉛直分布測定（13）、第28回大気汚染学会講演要旨集、p.316
- 7) 東京都環境科学研究所：浮遊粒子状物質等測定データ集、平成6年3月、8年10月.
- 8) 東京都環境保全局大気保全部大気監視課：大気汚染常時測定結果概要、平成2年度～6年度.
- 9) 大平俊男ら：東京タワーの春期における高度別亜硫酸ガス濃度と気象条件との関係、東京都公害研究所年報1970、p.65-69.
- 10) 福岡三郎ら：東京タワーにおける高度別亜硫酸ガス濃度と気象条件との関係について—第2報—、東京都公害研究所年報1971、p.28-33.
- 11) 早福正孝ら：東京タワーにおける窒素酸化物の高度変化について、東京都公害研究所年報1971、p.20-27.
- 12) 東京都環境保全局大気保全部：大気汚染常時測定局