

東大阪市大気中の揮発性有機化合物, PM₁ そして光学的黒色炭素の連続測定

中口 譲^{a,b)}、山口和宏^{c)}、佐野到^{a,b)}、
向井苑生^{a,b)}

*Continuous measurement of volatile organic compounds,
PM₁ and OBC in the atmosphere over Higashiosaka.*

*Yuzuru Nakaguchi^{a,b)}, Kazuhiro Yamaguchi^{c)}, Itaru Sano^{a,b)}
and Sonoyo Mukai^{a,b)}*

^{a)}School of Science and Engineering, Kinki University

^{b)}Research Institute for Science and Technology, Kinki University

^{c)}Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Kinki University

(Received 1, December, 2009)

Abstract

Volatile organic compounds (VOC) such as toluene, ethylbenzene, p-xylene and styrene, PM₁ and optical black carbon (OBC) were measured continuously over Higashiosaka in May, 2007. The significant correlation was observed between total VOC and PM₁. The concentrations of VOC and OBC of the week day were higher than the those of weekend. It might be affected by the number of large-sized car such as heavy-duty truck and bus.

Keywords: Volatile organic compounds, PM₁, OBC, air pollution, Higashiosaka

1. 緒言

東大阪市は大阪府の東に位置し、西には阪神工業地帯が広がっている。また主要幹線道路である中央環状線、近畿自動車道、阪神高速東大阪線が通り、大気汚染が顕著な地域である。また、大阪湾周辺の埋め立て地では鉄鋼業・石油化学工業・機械工業が、淀川沿いには電気機械工業・食品工業が発達しており、これら固定発生源からの人為起源汚染物質も多く大気中へもたらされていると考えら

れている。また近年は中華人民共和国の経済成長に伴い、ユーラシア大陸からの大気汚染物質の流入も問題となっており、特に毎年 4～5 月に飛来する黄砂は人為汚染物質の越境汚染のキャリアーと考えられている[1]。中口らも東大阪市に飛来した黄砂粒子を捕集し、黄砂粒子に吸着した人為汚染物質の含有量を見積もっているが、年々増加する傾向を示すと報告している[2-3]。現在、日本の大気汚染物質の環境基準では粒子径 10μm 以下の浮遊粒子、いわゆる SPM について基準が定め

られているが、それより小さな粒径については未だ定められていない。それに対しアメリカでは粒子径 $2.5\mu\text{m}$ 以下、すなわち $\text{PM}_{2.5}$ について環境基準が定められており、近年では $\text{PM}_{2.5}$ よりさらに小さい $1.0\mu\text{m}$ 以下、すなわち PM_1 についても検討が始まっている。浮遊粒子状物質はその生成機構により 1 次粒子と 2 次粒子に大別され、1 次粒子は発生源から直接供給される粒子を指し、それに対し 2 次粒子は発生源からガス状で供給されたものが大気中で反応し粒子となったものである。従って比較的粒径の小さな ($1.0\mu\text{m}$ 以下) 粒子とガス状物質の間には何らかの関係があり、特に 2 次粒子生成に揮発性有機化合物 (VOC) が関与する可能性がある。

そこで本研究では大阪府東大阪市周辺において粒子径の小さなエアロゾルによる大気汚染の実態を解明するため、 PM_1 および VOC の連続測定を行い、VOC 成分と PM_1 による日変化よりこれら成分による汚染の現状を把握することとした。

2. 実験

2-1 大気試料の採取

試料採取地点は Fig.1 に示したが、大気試料は大阪府東大阪市の近畿大学 38 号館屋上 (地上高 38m) にて採取した。VOC は Toluene、Ethylbenzene、p-Xylene、Styrene の 4 成分の連続測定を行ない、また同時に PM_1 、OBC についても連続測定を行った。

2-2 VOC の測定

低濃度 VOC ガスモニター RGM-1 (ラウンドサイエンス製) を用い、1 時間ごとの濃度を測定した。この装置は固相吸着剤を充填したサンプリングカラムに VOC 成分を濃縮捕集するサンプリングシステムと半導体ガスセンサーを検出器としたガスクロマトグラフィーを組み合わせたものである。

2-3 PM_1 、OBC の測定

紀本電子工業製 SPM-613D を PM_1 用に改良したものを用い、1 時間ごとの重量濃度を測定した。

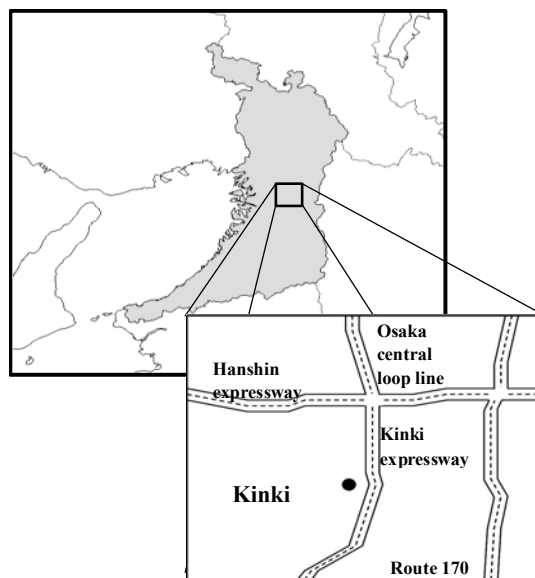


Fig.1 Location of sampling station

3. 結果および考察

3.1 2007 年 5 月の VOC、 PM_1 と OBC の時間変化

2007 年 5 月におけるトルエン、エチルベンゼン、p-キシレン、スチレンの観測結果から、東大阪市上空大気中の VOC の存在割合はトルエンが 87.0%、エチルベンゼンが 10.3%、p-キシレンが 2.4%、スチレンが 0.3% であり、今回測定した 4 つの成分の中ではトルエンとエチルベンゼンが VOC の大部分を占めていることがわかった。2007 年 5 月における Total VOC (トルエン、エチルベンゼン、p-キシレン、スチレンの合計量)、 PM_1 そして OBC の 1 時間毎の重量濃度を Fig.2 示した、なお、時間軸は観測開始を 0 として積算時間として表わした。Total VOC、 PM_1 、OBC の時間変化をみると、平日には一般的に濃度は高く、それに対し、週末は濃度が低い傾向を示した。Total VOC がもっとも高い濃度を示したのは 178 時間後 (5 月 9 日 2 時) であり、OBC は 181 時間後 (5 月 9 日 6 時) に高濃度を示した。 PM_1 についても同日に最も高濃度となり、191 時間後 (5 月 9 日 22 時) にもっとも高濃度となった。Total VOC の高濃度は 575 時間後 (5 月 25 日 14 時) にも認められたが、この日は OBC や PM_1 の高濃度は伴わなかった。

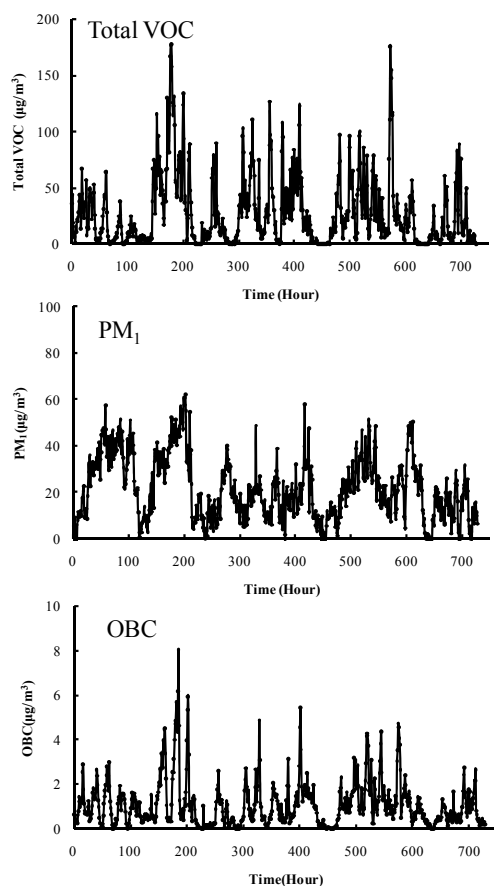


Fig.2 Changes of Total VOC, PM₁ and OBC in May, 2007

3.2 平日と休日における VOC、PM₁、OBC の平均濃度

前項の結果より、東大阪市上空大気中の VOC、PM₁、OBC 濃度は平日に比べ週末が高い傾向を示した。そこで、平日、週末に分け VOC、PM₁、OBC の平均濃度を Table 1 に示した。その結果、トルエン、エチルベンゼン、p-キシレン、スチレンそして Total VOC は平日が週末の約 3 倍高い値を示した。OBC も平日が高く、週末の約 1.7 倍高い値であった。それに対し、PM₁ は週末の方が約 1.4 倍高い値を示した。VOC と OBC の濃度増加の原因として近畿大学周辺の幹線道路大阪中央環状線、近畿自動車道、阪神高速東大阪線）を流れる交通量が関係すると考えられる。Table 2 に 2005 年度の近畿自動車道の平日と週末の車種別交通量を示した（国土交通省近畿地方整備局大阪国道事務所）。平日は週末に比べ乗用車は約 1 万台少なく、それに対し小型トラックは約 14000 台、大型車は大型トラックが 16500 台、バスは約 90 台、平日の方が多

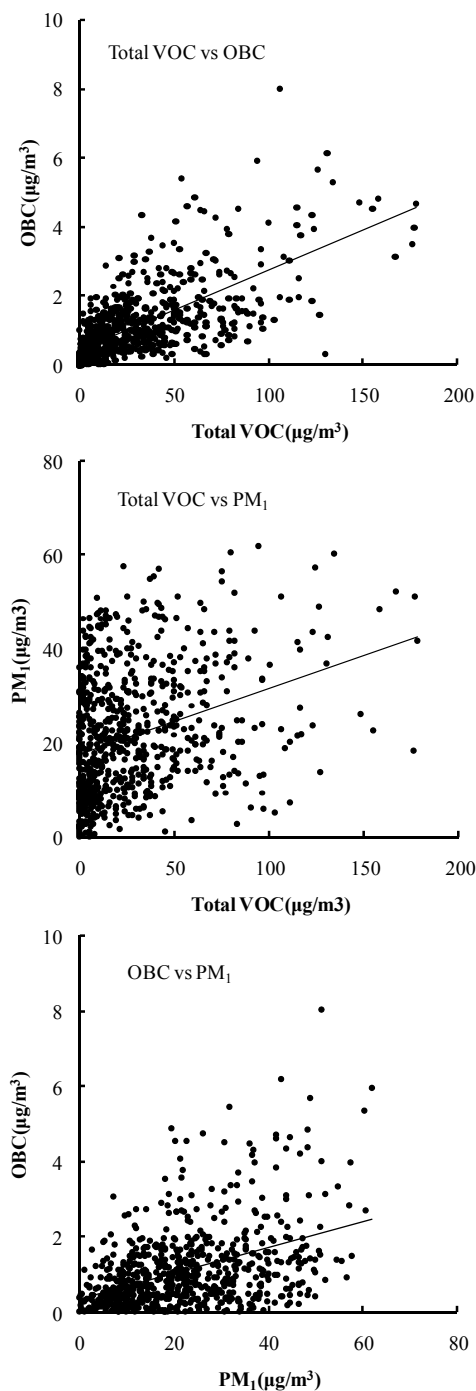


Fig.3 Relationship between three parameters

い。近年は排ガス規制が施行され、乗用車からの VOC や OBC の寄与は少なくなっているものと考えられる。今回の連続観測は自動車 NO_x・PM 法が施行される前であり、全ての大型車が排ガスの NO_x や PM の基準値を下

Table 1 The average concentration of toluene, ethylbenzene, p-xylene, styrene, total volatile organic compounds, PM1 and OBC

	VOC				Total VOC	PM1	OBC
	Toluene	Ethylbenzene	p-xylene	styrene			
Week days* ¹	28.9	3.6	0.8	0.1	33.5	18.8	1.2
Week end* ²	9.6	0.5	0.1	0.0	10.2	26.2	0.7

*1: From monday to Friday

*2: Saturday and Sunday

unit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Table 2 Traffic number of the type of car on Kinki Expressway

	Passenger car	Pickup truck	Large-sized car		Total number
			Heavy-duty truck	Bus	
Week days	43602	19830	22241	885	86558
Week end	53383	5571	5794	794	65542

回っていたわけではなく、VOC、OBCの平日の高濃度の原因として、大型トラックやバスからの供給が考えられた。PM₁についてはVOCやOBCのように平日よりも週末の濃度が高かったが、この発生源は大型車よりむしろ別の発生源によるものと考えられる。3.3 Total VOC, PM₁そしてOBCの濃度相関 Total VOCとOBC、Total VOCとPM₁そしてPM₁とOBCの相関図をFig.3に示した。また、Table 3に相関係数(r)、有意確率(p)、試料数(n)を示した。その結果、すべてのパラメータの間には有意な正の相関関係が認められた。特にTotal VOCとOBCの相関係数は0.69であり、3つの相関関係の中で最も高い値を示した。この結果はOBCが自動車排ガスでも特にディーゼル排気粒子(DEP)によりもたらされていると仮定するとVOCも同様に自動車排ガス成分として排出されていると考えられる。

4. 結語

2007年5月大阪府東大阪市近畿大学構内においてトルエン、エチルベンゼン、p-キシレン、スチレン、PM₁およびOBCの連続測定を行った。その結果、VOC、OBCについては週末に比べ平日の濃度が高いことがわかった。またVOCの4成分についてはトルエンとエチルベンゼンが大部分を占めていることがわかった。平日にVOCならびにOBC

が高い原因として付近の高速道路の車種別台数の結果から、小型トラックまたはトラックやバスなどの大型車両の影響が大きいと考えられた。Total VOC, PM₁そしてOBCの相関関係については、全てについて有意な正の相関関係が認められ、特にTotal VOCとOBCの相関性が高いことがわかり、Total VOCが自動車排ガスを起源としている可能性が示唆された。

References

- [1] 成田 祥, 植松光夫(2007)海を越える大気汚染. 日本海水学会誌, 61, 95-101.
- [2] 中口譲, 濱田寛, 須山祐樹, 佐野到, 向井苑生(2007) 2005・2006年に東大阪市で捕集された黄砂粒子の個別粒子分析, 地球化学, 41, 155-163.
- [3] 山口和宏, 中口譲, 向井苑生(2009) 2007・2008年に東大阪市で捕集された黄砂粒子の個別粒子分析, 地球化学, 43, 91-101