

報告

東京都とジャカルタ特別市における
TSP中の金属成分等の相違について

鎌 滝 裕 輝 ムハマット・ユスフ* ラフジョオン・ラクス*
吉 岡 秀 俊 泉 川 碩 雄 秋 山 薫
渡 邊 武 春 古明地 哲 人 朝来野 国 彦
(保健部)

(*ジャカルタ特別市都市開発環境研究所)

1 はじめに

近年、地球環境破壊の問題が深刻化しており、中でも人口の多いアジア地域の問題は深刻である。しかし、アジア地域、特に東南アジアについての^{1,2)}大気汚染の情報は少ない。環境科学研究所では、平成2年度に友好都市交流事業の一環として東京都と友好都市であるジャカルタ特別市から2名の研修生を受入れ、大気汚染対策に関する研修を行った。開発途上国の代表的な大気汚染物質である粒子状物質(TSP)中の、重金属、炭素、多環芳香族、及びイオンの各成分についてジャカルタ特別市と東京都との比較検討を行ったので報告する。

2 調 査

(1) 調査地点

試料採取は、図1に示すジャカルタ特別市内の8地点と東京都23区内の8地点³⁾で行った。

(2) 試料採取

ハイボリュームエアサンプラー(Hi-Vol)を用いて試料を採取した。東京都においては、1分間当りの吸引量を1500ℓとして、ジャカルタ特別市においては、1分間当りの吸引量を1000ℓとして、それぞれ測定日の午前10時から翌日の午前10時までの24時間採取を行った。Hi-Volに装着したろ紙は、東京都においては、石英繊維を使用した³⁾が、ジャカルタ特別市においては、ガラス繊維を使用した。採取期間は、東京都では毎月1回、ジャカルタ特別市では、年2回8月(乾期)、1月(雨期)に行った。試料の採取期間は、東京都においては、1989年5月から1990年3月までの試料、ジャカルタ特別市においては、1989年8月及び1990年1月の試料をそれぞれ使用した。

(3) 金属成分、炭素成分、多環芳香族成分、及びイオン成分の分析

金属成分は、酸抽出後、アルミニウム(Aℓ)、カドミウム(Cd)、クロム(Cr)、鉄(Fe)、マンガン(Mn)、ニッケル(Ni)、鉛(Pb)、及び亜鉛(Zn)について直接原子吸光法により分析した。

有機炭素成分(Corg)は、酸素(O₂)存在下窒素(N₂)気流中350°C、5分間に生成した二酸化炭素(CO₂)量から算出し、元素状炭素成分(Cele)は、同様にして950°Cとして求めた。^{4,5)}

多環芳香族成分は、アセトニトリルで抽出し、遠心分離を行った後、ベンゾ[k]フルオランテン(BkF)、ベンゾ[a]ピレン(BaP)、及びベンゾ[ghi]ペリレン(BghiP)について上澄液を高速液体クロマトグラフ法により分析した。⁶⁾

イオン成分は、試料をごく少量のエタノールで湿し、イオン交換水を加えて超音波により30分間抽出後ろ過し、塩化物イオン(Cl⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻)、硫酸イオン(SO₄²⁻)、ナトリウムイオン(Na⁺)、及びアンモニウムイオン(NH₄⁺)についてろ液をイオンクロマトグラフ法により分析した。^{3,7)}

3 結果と考察

図1に示したようにジャカルタ特別市の面積は、東京都23区とほぼ同じ広さであり、さらに、測定点は都市部や道路沿道にあるので、東京都の23区内のものと比較した。

表1にジャカルタ特別市における8月(乾期)、1月(雨期)、及び年平均のTSP中の各成分の濃度と東京都の夏期(6月から8月)の平均、及び年平均のTSP中の各成分の濃度を示す。

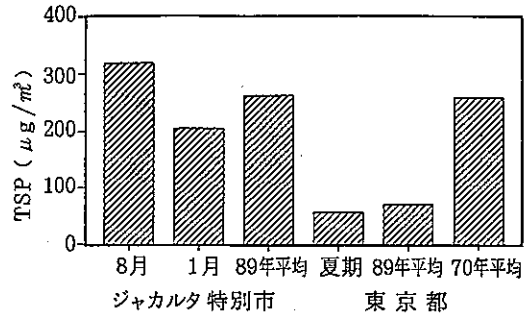
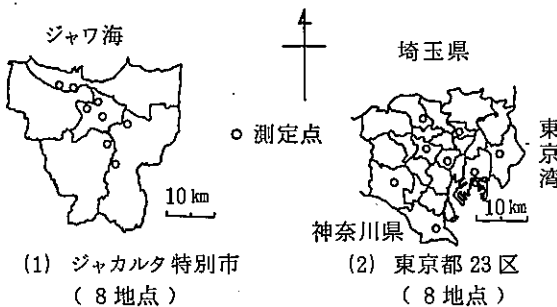
図2にジャカルタ特別市における8月(乾期)、1月(雨期)、及び年平均のTSP濃度と東京都の夏期、及び年平均(1989年、1970年)のTSP濃度を示す。ただし、ジャカルタ特別市の年平均値は、1989年8月と1990年1月の

表1 ジャカルタ特別市と東京都におけるTSP中の成分分析値

分析成分	ジャカルタ特別市 (1989年)			東京都 (1989年) (1970年)		
	8月 (乾期)	1月 (雨期)	年平均	夏期	年平均	年平均
TSP	319	205	262	58	71	260
Al	16.39	33.92	25.16	0.59	0.92	
Cd	0.0028	0.0026	0.0027	0.0030	0.0034	0.0260
Cr	0.0105	0.0148	0.0127	0.0100	0.0100	0.0690
Fe	6.24	3.37	4.81	1.81	1.94	6.82
Mn	0.304	0.156	0.230	0.046	0.054	0.298
Ni	0.040	0.034	0.037	0.011	0.010	0.163
Pb	0.94	1.39	1.17	0.07	0.07	1.41
Zn	5.53	37.66	21.60	0.33	0.31	
Cele	16.39	20.27	18.33	12.47	13.98	
Corg	6.56	13.45	10.01	3.18	3.61	
BkF	0.00093	0.00163	0.00128	0.00053	0.00067	
BaP	0.00098	0.00400	0.00249	0.00096	0.00135	
BghiP	0.00396	0.01293	0.00845	0.00140	0.00169	
Cl ⁻	0.52	0.58	0.55	2.63	3.02	
NO ₃ ⁻	0.45	0.30	0.38	2.88	3.40	
SO ₄ ²⁻	2.31	1.14	1.73	4.68	4.55	
Na ⁺	2.01	0.65	1.33	2.06	1.67	

単位 (μg/m³)

空欄は未測定を示す。



平均値であり、東京都23区内の年平均値は、1989年5月から1990年3月までの平均値を示す。現在のジャカルタ特別市のTSP濃度は、東京都23区内の年平均値 (1989年) の約4倍であり、1970年代前半の東京都の濃度にはほぼ等しい汚染状況であることが分かる。

図3にTSP中の含有率の大きい金属成分 (Al, Fe, Zn) を示す。ジャカルタ特別市におけるFeの大気中の濃度は、1989年の東京都の約2.5倍であるが、TSP中の含有率は東京都の1.5倍程度であり差はない。しかし、年平均のAlとZnは濃度及び含有率共ジャカルタ特別市

の方がはるかに高く、鉛物を含んだ土壌成分の飛散の影響が大きいことが考えられる。

図4にTSP中の含有率の小さい金属成分 (Pb, Mn, Ni) を示す。ジャカルタ特別市におけるNiの含有率は、1989年の東京都とほぼ同じであるが、Pb及びMnは濃度及び含有率共に高く、汚染の著しかった1970年代前半の東京都の8から9割程度である。Pbは主に有鉛ガソリンを使用したガソリン車からの寄与と考えられ、現在のジャカルタ特別市のPb汚染は、東京都の牛込柳町交差

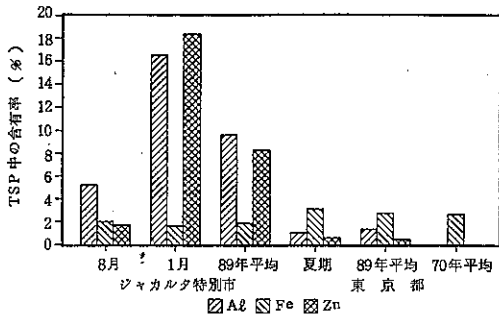


図3 ジャカルタ特別市と東京都の金属成分 (Al, Fe, Zn) の比較

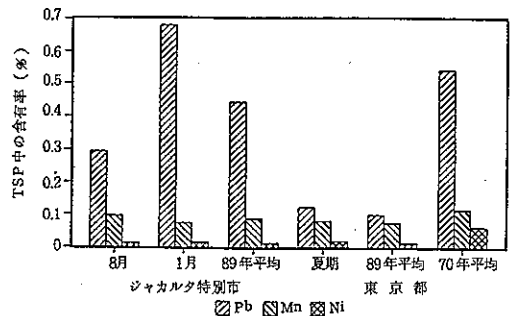


図4 ジャカルタ特別市と東京都の金属成分 (Pb, Mn, Ni) の比較

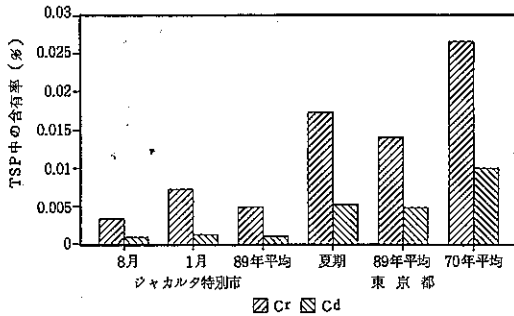


図5 ジャカルタ特別市と東京都の金属成分 (Cr, Cd) の比較

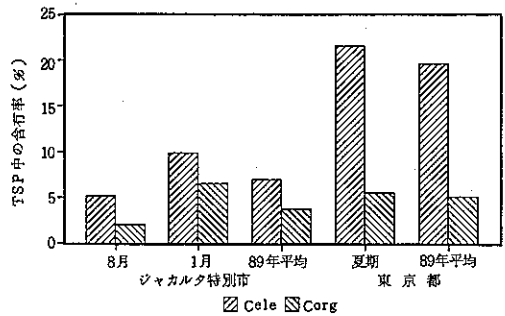


図6 ジャカルタ特別市と東京都の炭素成分の比較

点のPb汚染が社会問題となった1970年代前半の東京都の汚染状況に近いことがうかがえる。

図5にTSP中の含有率の小さい金属成分 (Cr, Cd) を示す。Cd及びCrは、ジャカルタ特別市と東京都において、大気中の濃度は共にほぼ同じであるが、TSP中の含有率は東京都の方が大きい。

図6に化石燃料の燃焼によって排出される炭素成分 (Cele, Corg) を示す。ジャカルタ特別市のCeleの濃度は、東京都よりもやや高いが、含有率は半分以下である。ジャカルタ特別市のCeleは1989年の東京都よりも汚染が深刻であることがうかがわれる。Corgの1989年の年平均の含有率はほぼ同じであるが、濃度はジャカルタ特別市の方が3倍程度高く、東京都のディーゼル車からの寄与が主体となっている状況とは異なった発生源が推測される。

図7に多環芳香族成分の含有率を示す。濃度では、表1で示されるようにジャカルタ特別市の方がはるかに高い。しかし、東京都におけるBkF, BaP, 及びBghiPのそれぞれの濃度比 (BkF : BaP : BghiP = 0.50 : 1 : 1.25) とジャカルタ特別市の濃度比 (BkF : BaP : BghiP = 0.51 : 1 : 3.39) とは異なる。この相違は、ジャカルタ特別市の平均気温が高いため、上記の3成分中で、分子量の小さいBkF, 及びBaPの揮発による減少とも考えられるが、発生源の相違によることもうかがえる¹⁰⁾。

図8にイオン成分のTSP中の含有率を示す。濃度及び含有率共に東京都の方が高いが、これは、ジャカルタ特別市の平均気温が高いため蒸発していると考えられる。成分別では、ジャカルタ特別市において、Na⁺に対してCl⁻の方が少ない。このCl⁻の損出は、高い平均気温による蒸発があると考えられる^{11,12)}。また、NH₄⁺は、

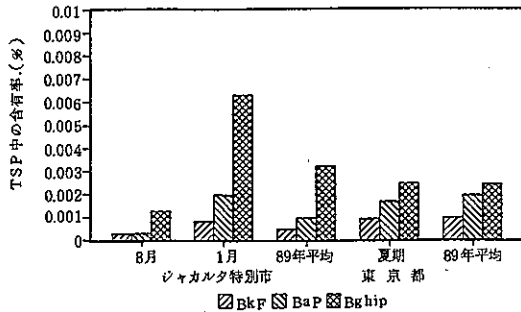


図7 ジャカルタ特別市と東京都の多環芳香族成分の比較

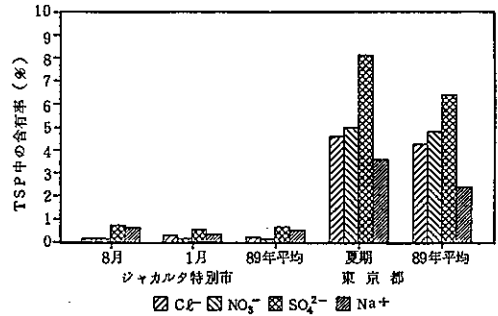


図8 ジャカルタ特別市と東京都のイオン成分 (Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Na⁺) の比較

ジャカルタ特別市では検出されなかった。東京都では、Cl⁻がNa⁺に対して過剰であるのは、Cl⁻の人為的寄与の影響が考えられる。さらに、東京都では、NO₃⁻やSO₄²⁻が多いことから、ガス状物質等の人為的寄与による影響もうかがわれる。

4 まとめ

ジャカルタ特別市のTSP濃度は、1970年代前半の東京都の汚染状況に近いことがわかれるが、TSP中の成分はかなり異なっている。特に、Al, Zn, Corg, BghiPは濃度が高いのに、TSP中の含有比が東京都とは異なっていることが分かった。これらの成分の含有比から、ジャカルタ特別市と東京都の発生源の相違がうかがわれる。また、ジャカルタ特別市のTSP中のPb成分の濃度は、1970年代前半の東京都の濃度と同程度であるが、ジャカルタ特別市ではPbを大規模に排出する固定発生源がないことから、有鉛ガソリンを使用した自動車からの寄与がかなりあると考えられる。

(1991年10月、第32回大気汚染学会(一部)発表)

参考文献

- 1) 慶長寿彰, 原田茂樹: インドネシア ジャカルタ市の廃棄物処理の現状, 都市と廃棄物, p.24~30 (1988).
- 2) 山村尊房: 日本とインドネシアの廃棄物データの比較解析, 都市と廃棄物, P.15~23 (1987).
- 3) 東京都環境科学研究所編: 浮遊粒子状物質等測定データ集, 環境科学研究所資料1-2-12, 平成2年3月.

- 4) 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, 東京都環境科学研究所年報1990, p.63~66.
- 5) 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発生源寄与の推定, 東京都環境科学研究所年報1991, p.71~77.
- 6) 東京都環境科学研究所編: 浮遊粒子状物質等測定データ集, 環境科学研究所資料1-2-11, 昭和63年8月.
- 7) 古明地哲人: 乾性, 湿性降下物中化学成分と降下量の地点特性, 東京都環境科学研究所年報1991, p.78~83.
- 8) 朝来野国彦ら: 東京都における浮遊粒子状物質汚染, 全国公害研会誌, 7, p.61~65 (1982).
- 9) 松下秀鶴ら: 東京とバンコクにおける大気中の発癌関連多環芳香族炭化水素濃度の比較 (第3報), 第30回大気汚染学会要旨集, p.193 (1989).
- 10) P.Pistikopoulos et.al.: A Receptor Model Adapted to Reactive Species: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; Evaluation of Source Contributions in an Open Urban Site - I. Particle Compounds, Atmospheric Environment, 24, p.1189~1197 (1990).
- 11) 原 宏ら: 大気中の塩化物イオンおよび硝酸イオンエアロゾルの粒度分布の季節変動, 日本化学会誌, p.1221~1225, (1983).
- 12) Hiroshi HARA: Ammonia - Hydrochloric Acid Equilibrium Product over Solid and Aqueous Ammonium Chloride at 25°C, Chemistry Letters, p.713~716 (1988).