

有害大気汚染物質のモニタリングとその精度について

星 純也 飯村 文成* 中村 健**
 泉川 碩雄 (*大気保全部、**現大気保全部)

要 旨

有害大気汚染物質のモニタリング事業が東京都環境保全部において平成9年8月から始まった。それと同時に当研究所では八幡山自動車排ガス測定局においてデータの精度検証のためのクロスチェックを行ってきた。今回、平成9年8月から平成11年3月までの測定値を比較したところ以下の結果が得られた。

- (1) 別々に採取した試料の測定値の平均をみると、両者とも相違は少なかったが、個々の測定値に着目すると相違が見られる物質があった。
- (2) 同一サンプルを両者で分析したところ、測定値の相関は良いものの、得られた濃度は両者で異なる物質が見られた。
- (3) 測定局の窓付近で試料採取を行った場合でも、測定局舎内空気の影響はそれほど小さくなく、また、同一測定地点では試料採取の高さの影響も少なかった。
- (4) 容器採取法と吸着管採取法では物質によっては測定値に相違が見られ、2種の方法での測定値の間の相関も悪い物質があった。

これらの結果から、一定期間毎に検量線の相互チェックを行うとともに吸着管採取のブランク・保存性については今後さらに検討する必要があることが分かった。

キーワード：有害大気汚染物質モニタリング事業、クロスチェック、容器採取法、吸着管採取法

Measurement Accuracy of Monitoring of Hazardous Air Pollutants

Junya Hoshi, Fuminari Iimura*, Ken Nakamura* and Sekio Izumikawa

*Air Quality Protection Division

Summary

Monitoring of hazardous air pollutants in Tokyo was started during August 1997 by the Bureau of Environmental Protection. At the same time, we carried out crosscheck, a comparison with simultaneous measurements, on the Hachimanyama roadside air pollution monitoring station to verify the monitoring data. Results of the crosscheck during the period August 1997 - March 1999 are as follows:

- (1) While average values of each sample varied little, differences in the concentration of certain substances sometimes varied significantly.
- (2) In a case of analysing same sample by both sectors, in spite of high correlation coefficient, there was difference in the concentration of several substances.
- (3) From the sampling data near a window of the monitoring station, there was little effect due to window air or height above ground.
- (4) Some substances collected via canister sampling and solvent sampling methods showed difference in the

measured data and yielded low correlation coefficients. Accordingly, it is suggested that preserved solvent samples need to be more carefully checked against a reference before analysis.

Keywords : monitoring of hazardous air pollutants, crosscheck, canister sampling method, solvent sampling method

1 はじめに

有害大気汚染物質のモニタリングは、急性影響ではなく長期暴露による健康影響が懸念されるような大気中濃度が低い物質を対象としている。そのため、いかに分析精度を確保するかが重要な課題となっている。環境庁が発行した有害大気汚染物質測定マニュアル¹⁾ (以下、「マニュアル」という。)や測定の解説書²⁾に基本的な精度管理の方法は記載されている。また、有害大気汚染物質の測定方法の検討についてもいくつかの報告^{3) 4) 5)}が出されており、マニュアルに記載された標準手法で一定の精度は確保できると考えられる。しかし、実際に複数の分析機関で同一の環境試料の分析を行って、長期にわたり測定精度を検証した例はない。有害大気汚染物質のモニタリングは全国規模で展開しているため、多くの分析機関のデータを比較できるような精度管理を行うことは非常に重要であると考えられる。

当研究所では東京都環境保全部大気保全部大気監視課が行っている有害大気汚染物質モニタリング事業 (以下「モニタリング事業」という。)のクロスチェックを平成9年度の事業開始当初から行ってきた。本報告では2年度にわたる両者の測定値を比較し、それらの検証を行った。また、同一測定局で試料採取の位置を変えたときの測定値への影響や現在モニタリング事業に採用されている容器採取法と吸着管採取法との比較検討も同時に行ったので報告する。

2 調査方法

モニタリング事業とのクロスチェックは八幡山自動車排ガス測定局 (世田谷区粕谷) において平成9年8月から原則として毎月一回行った。測定項目は揮発性有機化合物類 (VOCs) 9物質、アルデヒド類 2物質およびベンゾ(a)ピレン (平成10年5月から) の計12物質 (表5)であった。モニタリング事業の測定方法については有害大気汚染物質モニタリング事業報告書⁶⁾によるが、当研究所が行ったクロスチェックの測定方法は以下のとおりであった。

(1) VOCsの測定方法

VOCsについてはモニタリング事業と同様に、測定局の窓からサンプリング用のステンレスパイプを伸ばし、道路近傍の高さ約1mの場所でステンレス製容器 (キャニスター) に採取した。また、窓を少し開けた状態で試料採取を行なうため、窓付近では測定局舎内の空気の影響を受けることが考えられたので、同時に局舎屋上にある大気汚染物質の常時監視用採取口付近でも試料を採取した。キャニスターは内面をフューズドシリカで不活性化したものをを用いた。キャニスターに採取した試料を冷却濃縮し、ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/MS) を用いて同定・定量した。分析条件を表1に示す。なお、クロスチェック用のキャニスターについてはモニタリング対象物質の9物質以外に32物質を追加し、計41物質の測定を行った。

表1 VOCsの分析条件 (容器採取法)

濃縮装置	Entech-7000
GC/MS	Hewlett Packard 6890/5972A
カラム	メチルシリコン被覆キャピラリーカラム (HP-1) 長さ 60m、内径0.32mm、膜厚1.0μm
カラム温度	40°C(5min)→5°C/min昇温→140°C →15°C/min→220°C(3min)
インターフェイス温度	250°C
キャリアーガス	He 1.0ml/min
検出法	scan法 SIM法

キャニスターによる採取と同時にマニュアルで標準手法に指定されている吸着管採取も行った。吸着管は、カーボンモレキュラーシーブを充填し溶封したSUPELCO社製ORBO91を試料採取直前に両端をカットして用いた。試料を採取した吸着管の中のカーボンモレキュラーシーブを取り出して1.5mlのバイアルピレンに移し、あらかじめ内部標準を添加した二硫化炭素1.0mlを加えて試験液とした。定量はGC/MSを用いて行った。これらの分析条件を表2に示した。吸着管採取の場合、モニタリング対象9物質のうち塩化ビニルモノマー、1, 3-ブタジエン、アクリルニトリルは測定できなかったが、モニタリング対象外の16物質を追加し、計22物質の測定

表2 VOCsの分析条件 (吸着管採取法)

GC/MS	SIMAZU QP-5000
カラム	メチルシリコン被覆キャピラリーカラム(HP-1) 長さ 60m、内径0.32mm、膜厚1.0 μ m
カラム温度	40°C(5min)→5°C/min昇温→200°C(5min)
インターフェイス温度	250°C
キャリアーガス	He 1.0ml/min
検出法	SIM法

を行なった。

(2) アルデヒド類の測定

アルデヒド類は、2, 4-ジニトロフェニルヒドラジンを含浸させたカートリッジ (Waters製 Sep-Pak DNP-Silica) を直列に2個接続し、さらにその前に大気中のオゾンの影響を除くため、よう化カリウムを充填したオゾンスクラバー (Waters製 Sep-Pak Ozone Scrubber) を接続して採取した。試料を採取したカートリッジを実験室に持ち帰った後、カートリッジにアセトニトリルを流し、溶出液を試験液とした。採取した試料がカートリッジの破過容量を超えていないことを確認するため、2個のカートリッジを別々に分析し、その合計値を測定値とした。定量は高速液体クロマトグラフを用いて行なった。分析条件を表3に示した。

表3 アルデヒド類の分析条件

検出器	吸光光度検出器 Waters Model 481 波長 360nm
カラム	Zerbox ODS-80A 内径 4.6mm、長さ25cm
カラム温度	40°C
移動層	アセトニトリル:水(60:40)
流量	1.0ml/min

(3) ベンゾ(a)ピレンの測定

ベンゾ(a)ピレンはハイボリウムエアサンプラーを用いて石英繊維ろ紙上に採取し、モニタリング用試料としてろ紙の1/2を用いて分析した後、残り1/2をクロスチェック用として別に分析した。そのためクロスチェックはモニタリング事業に比べ1~3ヶ月後に分析を行なっているが、試料は分析を終了するまで黒のビニール袋で遮光し、冷暗所に保存した。試料を採取したろ紙はジクロロメタンで30分間超音波をかけて抽出した後アセトニトリルに転溶して試験液とした。定量は高速液体クロマトグラフを用いて行なった。分析条件を表4に示す。

表4 ベンゾ(a)ピレンの分析条件

検出器	蛍光検出器 SIMAZU RF530 励起波長 365nm 蛍光波長 410nm
カラム	Zerbox ODS-80A 内径 4.6mm、長さ25cm LC-PAH(SUPELCO SIL) 内径 4.6mm、長さ15cm
カラム温度	40°C
移動層	メタノール:水(85:15)
流量	1.0ml/min

2 結果

(1) 平均値による比較

平成9年8月から平成11年3月まで八幡山自動車排ガス測定局で行ったモニタリング事業とそのクロスチェックの結果(平均値)を表5に示した。有害大気汚染物質のモニタリング結果は年平均値で評価するため、モニタリング事業とクロスチェックの比較も平均値で行った。その結果、全体としてはクロスチェックの測定値とモニタリング事業との結果に大きな相違は見られなかった。しかし個々の物質を見てみると塩化ビニルモノマーと1, 2-ジクロロエタンでモニタリング事業とクロスチェックの測定値の比がそれぞれ1.41、0.62となり、30%を超える相違が見られた。これは平均値の算出方法に一つの原因があると考えられる。平均値を算出する場合、定量限界以下の測定値には定量限界値の1/2の値を用いている。定量限界値は分析機関毎に算出しているが、表5に示したようにその値は両者で大きく異なる場合がある。そのため定量限界値以下の測定値が多いと平均値が定量限界値に影響され、分析機関によって値が異なる結果となってしまふと考えられる。1, 2-ジクロロエタンは定量限界以下の試料が多く、特にこの影響を受けていると考えられる。

(2) 各月の測定データの比較

図1に平成9年8月から平成11年3月までの各月の八幡山自動車排ガス測定局における測定値を示した。また、表6にクロスチェックの測定値とモニタリング事業の測定値の間の相関係数を示した。全体としては両者の測定値の濃度変化は類似の傾向を示しているが1, 3-ブタジエン、アクリロニトリル等で測定値に相違が見られた。また、相関係数も0.11~0.96までの幅があり、物質によって異なる値となっている。これらの相関係数について母相関係数 $\rho = 0$ の仮説のもとで検定を行い、有意水準

表5 モニタリング事業のクロスチェック結果 (平均値)

		平均	標準偏差	変動(%)	濃度比	定量限界
塩化ビニルモノマー	モニタリング事業	0.16	0.2	120		0.05
	クロスチェック	0.12	0.2	160	1.41	0.06
1,3-ブタジエン	モニタリング事業	1.0	0.6	57		0.03
	クロスチェック	1.20	0.7	58	0.81	0.07-0.14
アクリロニトリル	モニタリング事業	0.42	0.5	110		0.10
	クロスチェック	0.4	0.3	83	1.13	0.06-0.26
ジクロロメタン	モニタリング事業	7.0	4.0	58		0.10
	クロスチェック	5.7	3.2	57	1.23	0.15-0.21
クロロホルム	モニタリング事業	0.5	0.4	76		0.10
	クロスチェック	0.4	0.3	66	1.25	0.07-0.35
1,2-ジクロロエタン	モニタリング事業	0.15	0.11	76		0.04
	クロスチェック	0.24	0.17	72	0.62	0.06-0.39
ベンゼン	モニタリング事業	8.7	3.3	38		0.30
	クロスチェック	7.4	3.0	41	1.18	0.02-0.1
トリクロロエチレン	モニタリング事業	4.2	3.2	77		0.4
	クロスチェック	4.2	3.1	75	1.00	0.1-0.27
テトラクロロエチレン	モニタリング事業	3.7	2.5	68		0.30
	クロスチェック	3.7	3.5	96	1.01	0.05-0.26
ホルムアルデヒド	モニタリング事業	6.7	2.8	41		0.8
	クロスチェック	7.7	2.7	35	0.87	1.8
アセトアルデヒド	モニタリング事業	5.6	4.0	72		0.8
	クロスチェック	6.0	2.9	48	0.94	2.4
ベンゾ(a)ピレン	モニタリング事業	0.77	0.2	29		0.02
	クロスチェック	0.91	0.5	51	0.84	0.17

(平均、標準偏差、定量限界の単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ただしベンゾ(a)ピレンは ng/m^3)
(濃度比:モニタリング事業の測定値/クロスチェックの測定値)

5%で仮説が棄却されるrの値と試料の相関係数rとの比較により相関の有意性を評価した。5%有意水準の相関係数の値は試料数nによって異なるが、統計数値表⁷⁾からnごとの数値を抽出し表6に示した。表のrの値は

表6 モニタリング事業とクロスチェックとの相関

物質名	n	r	5%有意水準 r
塩化ビニルモノマー	9	0.955	0.666
1,3-ブタジエン	17	0.458	0.482
アクリロニトリル	12	0.480	0.576
ジクロロメタン	19	0.608	0.456
クロロホルム	17	0.564	0.482
1,2-ジクロロエタン	11	0.798	0.602
ベンゼン	19	0.548	0.456
トリクロロエチレン	19	0.703	0.456
テトラクロロエチレン	19	0.612	0.456
ホルムアルデヒド	19	0.761	0.456
アセトアルデヒド	19	0.112	0.456
ベンゾ(a)ピレン	11	0.493	0.602

網掛けにした物質については有意な相関が得られなかった。しかし、図1を見てみると各物質とも測定期間中に二つの機関の測定値が大きく異なる試料が1~2試料見られる。この原因は定かではないので安易に棄却することはできないが、仮にこの測定値を使わずに相関係数を算出すると相関係数が0.05~0.4程度良くなり、ベンゾ(a)ピレン以外は5%の水準で有意な相関になる。

(3) 同一キャニスターの測定値の比較

平成10年3月にモニタリング事業で採取したVOCsの各地点の試料のうち8試料について、モニタリング事業の測定後に試料の残分をクロスチェック用として測定し、測定値の比較を行なった。そのうち、定量限界値以下の測定値が少なく、比較できるデータ数の多い6物質について表7に平均値、濃度比、両者の相関係数を示した。その結果、1,3-ブタジエンとジクロロメタンで両者の値(平均値)が異なる結果となった。また、相関係数はジクロロメタンで若干低いものの、他の物質では非常に良い相関を示した。このように相関は良いが測定値が異なる現象が起こる原因は、ブランクの存在と検量線の傾きの相違が考えられるが、ブランクは試料測定前に必ず測定し、その値を引いて測定値としているため、検量線に原因があると考えられる。しかし、内部標準を

表7 同一キャニスターの測定値の比較

		n	平均値	濃度比	r
1,3-ブタジエン	モニタリング事業	6	0.36		
	クロスチェック	6	0.92	0.39	0.916
ジクロロメタン	モニタリング事業	8	5.0		
	クロスチェック	8	11	0.46	0.692
クロロホルム	モニタリング事業	8	0.40		
	クロスチェック	8	0.55	0.73	0.992
ベンゼン	モニタリング事業	8	5.1		
	クロスチェック	8	5.7	0.90	0.994
トリクロロエチレン	モニタリング事業	8	3.9		
	クロスチェック	8	3.6	1.1	0.992
テトラクロロエチレン	モニタリング事業	8	1.9		
	クロスチェック	8	2.1	0.89	0.859

(濃度比:モニタリング事業/クロスチェック)

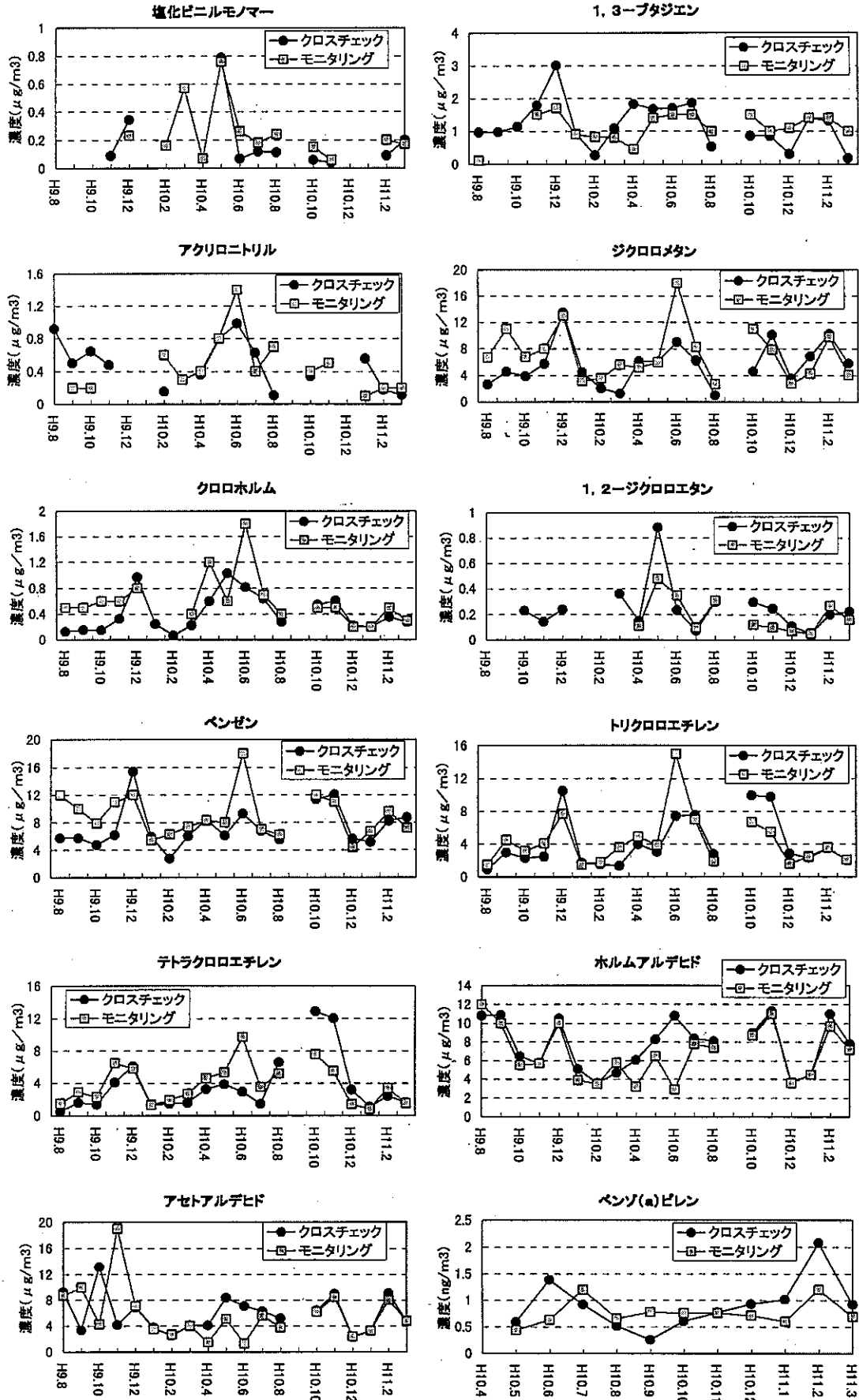


図1 各月の測定値
 (定量限界以下の測定値は図から削除) (クロスチェックが欠測の月はモニタリングデータも図から削除)

各々の分析者が調製し、両機関で別々の濃度の内部標準を用いているため、現段階では検量線の比較をして測定値の相違について検討することはできない。今後検量線を比較しながらクロスチェックができるような精度管理を行なう必要がある。

(4) サンプル位置の違いによる測定値の比較

クロスチェックでは窓からの採取と同時に屋上の大気汚染物質の常時監視用採取口付近(地上4.0m)で毎月別々にキャニスターに試料を採取し、測定値を比較した。窓採取と屋上採取の比較はモニタリング対象の9物質だけでなく、トルエン等の他の有害大気汚染物質のうち定量限界以上の濃度が検出された物質についても行った。結果を表8に示した。ほとんどの物質で両者の測定値に相違はなく相関も高い結果となっている。この結果、窓から採取した場合でも測定局舎内の空気の影響を受けることは少ないと考えられる。

さらに、測定地点の高さによる影響を確認するため、当研究所と大田測定局において地上、3階、5階および屋上において同時に試料を採取し、測定値を比較した(表9)。表は地上の測定値を100とした場合の相対値で示しており、大田測定局での値は1回の測定値、当研究所での値は3回の測定の平均値で表してある。定量限界を超える濃度が検出された物質については、今回の測定結果からは地上18m程度までであれば、高さによる影響はそれほど顕著に現れないと考えられる。

(5) 容器採取と吸着管採取の比較

キャニスターで採取した試料と吸着管で採取した試料の関係を図2に示した。また、図3には吸着管で採取した窓と屋上の試料の関係を示した。図2、3には測定した全ての物質の測定値を同一軸にプロットした。図2を

表8 サンプル位置の違いによる測定値の相違

		平均	濃度比	r
フロン-12	窓	4.2	1.01	0.96
	屋上	4.2		
クロロメタン	窓	1.7	1.07	0.98
	屋上	1.8		
フロン-114	窓	0.13	1.00	0.97
	屋上	0.13		
塩化ビニルモノマー	窓	0.13	1.15	0.99
	屋上	0.15		
1,3-ブタジエン	窓	1.1	0.87	0.87
	屋上	0.97		
プロモメタン	窓	0.20	1.11	0.90
	屋上	0.22		
フロン-11	窓	2.2	1.01	0.92
	屋上	2.2		
アクリロニトリル	窓	0.32	0.83	0.91
	屋上	0.27		
ジクロロメタン	窓	5.9	1.05	0.75
	屋上	6.2		
フロン-113	窓	1.2	0.97	0.87
	屋上	1.2		
クロロホルム	窓	0.42	0.97	0.98
	屋上	0.40		
1,2-ジクロロエタン	窓	0.20	1.01	0.95
	屋上	0.20		
1,1,1-トリクロロエタン	窓	0.80	1.21	0.50
	屋上	0.97		
ベンゼン	窓	7.5	0.83	0.97
	屋上	6.2		
四塩化炭素	窓	0.79	1.01	0.98
	屋上	0.80		
トリクロロエチレン	窓	4.5	0.86	0.92
	屋上	3.9		
トルエン	窓	50	0.89	0.97
	屋上	44		
テトラクロロエチレン	窓	4.6	0.94	1.00
	屋上	4.3		
エチルベンゼン	窓	15	0.81	0.99
	屋上	12		
m,p-キシレン	窓	10	0.80	0.99
	屋上	8.3		
スチレン	窓	2.0	0.64	0.96
	屋上	1.3		
o-キシレン	窓	6.1	0.78	0.99
	屋上	4.8		
1,3,5-トリメチルベンゼン	窓	1.9	0.74	1.00
	屋上	1.4		
1,2,4-トリメチルベンゼン	窓	6.4	0.76	1.00
	屋上	4.8		
p-ジクロロベンゼン	窓	7.2	0.95	0.99
	屋上	6.8		

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

表9 測定地点の高さによる影響

	環境科学研究所			大田測定局	
	地上	3階	5階	地上	屋上
高さ(m)	1	9	18	1	12
1,3-ブタジエン	100	104	95	100	76
ジクロロメタン	100	105	105	100	89
アクリロニトリル	N.D	N.D	N.D	100	96
クロロホルム	100	123	107	100	63
ベンゼン	100	103	100	100	90
トリクロロエチレン	100	111	96	100	85
テトラクロロエチレン	100	104	97	100	98

(%)

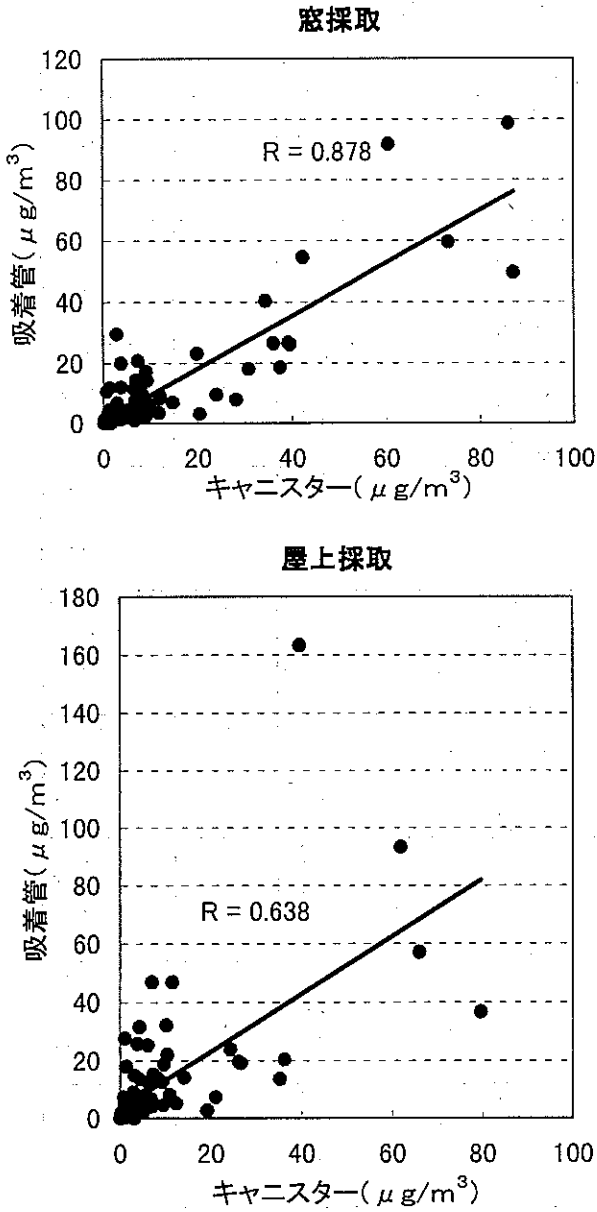


図2 容器採取と吸着管採取の測定値の相関

見ると両者に一定の相関は見られるものの同一のサンプルを分析した値としては相関は悪いといえる、しかし、図3に示したように吸着管採取の試料に限ると採取場所の違いによる差は見られず、直線からの乖離が大きい1試料を除くと相関係数は $r = 0.95$ を超える値となる。表10に個々の物質についてキャニスター採取と吸着管採取の測定値の比率、吸着管採取の窓と屋上の測定値の比率およびそれらの相関係数を示した。容器採取と吸着管採取の間では比率（比率A、B）および相関（相関a、b）ともに1から大きく離れた値が多く、両者の測定値に相違が見られる。しかし、吸着管での窓採取と屋上採取では個々の物質を見ても比率C、相関cともに1に近

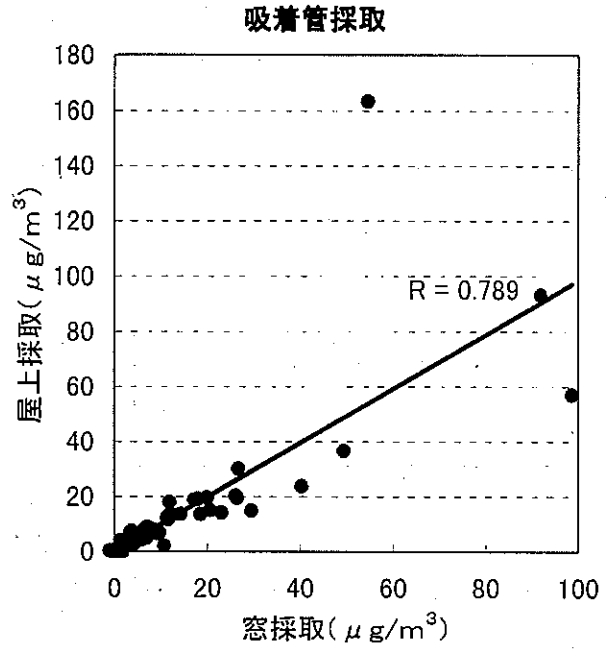


図3 吸着管採取における窓と屋上の測定値の相関

い値を示している。吸着管採取法についてはこれまでの報告から十分な精度が確認されており⁵⁾、容器採取法に比べ測定精度が劣るため相関が悪くなったとは考えにくい。そのため、キャニスターと吸着管の測定値の相違は個々の吸着管に由来するブランクの影響や吸着管とキャニスターの保存性の違いなどが考えられるが今後検討が必要である。

4 おわりに

有害大気汚染物質モニタリング事業に合わせてクロスチェックを行い、測定値を比較した。その結果、平均値はモニタリング事業とクロスチェックの値で大きな相違は見られなかったが、各月の測定値を比較すると両者の間で値の異なるものが見られた。また、環境庁の標準手法として採用されている二つの測定法（容器採取法及び吸着管採取法）の間で測定値に相違が見られた。

今後、各分析機関で用いた検量線についても十分な比較・検討を行なう必要があると考えられる。また、吸着管採取法のブランクや保存性についてさらに検討していく必要がある。

引用文献

- 1) 環境庁大気保全局大気規制課編：有害大気汚染物質測定マニュアル（1997）
- 2) 有害大気汚染物質測定の実際編集委員会編：有害

表10 容器採取法と吸着管採取法の測定値の比較

			平均	比率	相関(r)		
ジクロロメタン	窓	キャニスター	6.4	A	0.20	a	0.35
	屋上	吸着管	6.6	B		b	
クロロホルム	窓	キャニスター	0.50	A	1.48	a	0.55
	屋上	吸着管	0.34	B	1.06	b	0.84
1, 2-ジクロロエタン	窓	キャニスター	0.26	A	0.77	a	-1.00
	屋上	吸着管	0.34	B	1.11	b	0.66
1, 1, 1-トリクロロエタン	窓	キャニスター	0.19	C	1.98	c	1.00
	屋上	吸着管	0.17				
ベンゼン	窓	キャニスター	0.91	A	0.41	a	0.07
	屋上	吸着管	2.2	B	0.58	b	-0.39
四塩化炭素	窓	キャニスター	1.0	C	1.26	c	0.43
	屋上	吸着管	1.8				
トリクロロエチレン	窓	キャニスター	7.9	A	1.16	a	0.69
	屋上	吸着管	6.8	B	1.13	b	0.54
トルエン	窓	キャニスター	6.7	C	1.16	c	0.94
	屋上	吸着管	5.9				
テトラクロロエチレン	窓	キャニスター	0.87	A	2.54	a	-0.02
	屋上	吸着管	0.34	B	2.22	b	0.41
エチルベンゼン	窓	キャニスター	0.78	C	0.98	c	0.83
	屋上	吸着管	0.35				
m, P-キシレン	窓	キャニスター	5.1	A	0.86	a	0.56
	屋上	吸着管	6.0	B	0.83	b	0.48
o-キシレン	窓	キャニスター	4.6	C	1.07	c	0.96
	屋上	吸着管	5.6				
p-ジクロロベンゼン	窓	キャニスター	54	A	1.27	a	0.75
	屋上	吸着管	42	B	1.05	b	0.21
1, 2, 4-トリクロロベンゼン	窓	キャニスター	49	C	0.91	c	0.59
	屋上	吸着管	47				
1, 2, 3, 4-テトラクロロベンゼン	窓	キャニスター	4.8	A	0.47	a	0.07
	屋上	吸着管	10	B	0.43	b	-0.01
1, 2, 4, 5-テトラクロロベンゼン	窓	キャニスター	4.5	C	0.95	c	0.78
	屋上	吸着管	11				
1, 2, 3, 4, 5-ペンタクロロベンゼン	窓	キャニスター	16	A	1.56	a	0.94
	屋上	吸着管	10	B		b	
1, 2, 3, 4, 6-ペンタクロロベンゼン	窓	キャニスター		C		c	
	屋上	吸着管					
1, 2, 3, 4, 6-ペンタクロロベンゼン	窓	キャニスター	11	A	1.22	a	0.84
	屋上	吸着管	9.3	B	1.24	b	0.68
1, 2, 3, 4, 6-ペンタクロロベンゼン	窓	キャニスター	9.8	C	1.18	c	0.94
	屋上	吸着管	7.9				
1, 2, 3, 4, 6-ペンタクロロベンゼン	窓	キャニスター	6.7	A	1.09	a	0.78
	屋上	吸着管	6.2	B	1.07	b	0.55
1, 2, 3, 4, 6-ペンタクロロベンゼン	窓	キャニスター	5.6	C	1.17	c	0.92
	屋上	吸着管	5.3				
1, 2, 3, 4, 6-ペンタクロロベンゼン	窓	キャニスター	8.1	A	2.27	a	0.11
	屋上	吸着管	3.6	B	1.73	b	0.09
1, 2, 3, 4, 6-ペンタクロロベンゼン	窓	キャニスター	7.9	C	0.79	c	1.00
	屋上	吸着管	4.5				

比率A キャニスター(窓)/吸着管(窓)
 比率B キャニスター(屋上)/吸着管(屋上)
 比率C 吸着管(窓)/吸着管(屋上)

相関a キャニスター(窓):吸着管(窓)
 相関b キャニスター(屋上):吸着管(屋上)
 相関c 吸着管(窓):吸着管(屋上)

大気汚染物質測定の実際、財団法人日本環境衛生センター
(1997)

- 3) 泉川碩雄ら：揮発性有害化学物質の測定法の検討、
東京都環境科学研究所年報1998、p.18-27
- 4) 長谷川敦子：キャニスター—GC/MSによる大気中
揮発性有機化合物測定、環境と測定技術、25(8)、p53-
56 (1998)
- 5) 泉川碩雄：揮発性物質の容器採取—ガスクロマト
グラフィー／質量分析法、ぶんせき、1、p10-16 (1999)
- 6) 東京都編：平成9年度有害大気汚染物質モニタリ
ング調査報告書、平成11年3月
- 7) 日本規格協会編：統計数値表、p149 (1977)