

沿道における揮発性有機化合物の濃度調査

今村和彦 赤塚正明 藪平一郎
大西正巳 松留道雄

要 旨

近隣商業地域の一般国道で大気中の揮発性有機化合物の濃度調査を行い、これらの濃度の日変動及び自動車排出ガスからの影響等について検討を行った。揮発性有機化合物の調査結果は、全国平均と同程度またはそれ以下であり、ジクロロメタン及び1,3-ブタジエンの濃度の日変動が大きかった。ジクロロメタンについては、風向測定の結果より調査地点の北西の位置に発生源の存在が疑われた。また、1,3-ブタジエン、ベンゼン及び一酸化炭素の3物質濃度間で互いに相関が認められ、1,3-ブタジエン及びベンゼンは自動車が主な発生源であると考えられた。

キーワード：揮発性有機化合物、大気、沿道、自動車排出ガス

1 はじめに

有害大気汚染物質調査においては、長期間の平均的な大気中濃度を把握し、人への健康影響の未然防止を図ることを目的として、本県では平成9年度から一般環境、沿道及び固定発生源周辺についてモニタリング調査を実施している¹⁾。

沿道における調査では、自動車からの排出が予想されるアセトアルデヒド、ベンゼン、ベンゾ[a]ピレン等についてモニタリングを行っているが、大気中濃度は発生源または交通の状況などの影響を受け大気汚染の状況推測を困難にさせている。

本報では、沿道における大気中の揮発性有機化合物(以下「VOCs」という。)の濃度調査を行い、VOCsの濃度の日変動及び自動車排出ガスからの影響等について検討したので報告する。

2 調査方法

VOCsの調査は、有害大気汚染物質測定方法マニュアル²⁾に準じた。

2.1 調査地点

県本土の中心に位置する近隣商業地域の一般国道で、平日の自動車類交通量が約17,000台³⁾の幹線道路の交差点付近で行った。

2.2 調査期間

移動式の大気測定局(以下「大気測定車」という。)による環境監視調査を行った平成13年5月と9月の2か月のうち、通算15日間行った。

2.3 試料採取方法

試料大気をステンレス製容器及び流量2.8ml/minに制御したマスフローコントローラを用いて24時間減圧採取を行った。

採取後、加湿窒素により200kPa程度に加圧し測定試料とした。

2.3 分析方法

測定試料800mlを3段階濃縮後、ガスクロマトグラフ

質量分析計(以下「GC/MS」という。)に導入し分析を行った。

GC/MSの分析条件を表1に示す。

表1 GC/MS分析条件

カラム	HP-1 (60m×0.25mmφ×1.0μm)
オープン温度	0℃(7min)～5℃/min～100℃～15℃/min～220℃(5min)
インターフェース温度	220℃
イオン源温度	230℃
測定モード	選択イオン検出法

2.4 VOCsの測定対象物質

アクリロニトリル, 塩化ビニルモノマー, クロロホルム, 1,2-ジクロロエタン, ジクロロメタン, テトラクロロエチレン, トリクロロエチレン, 1,3-ブタジエン及びベンゼンの9物質とした。

2.5 大気測定車による調査項目

大気汚染物質の一酸化炭素, 一酸化窒素, 二酸化窒素及び非メタン炭化水素の4項目(以下「一酸化炭素等」という。)と気象観測の風向, 風速の2項目とした。

酸化炭素等の濃度結果は, VOCsの試料採取の開始終了の24時間における日平均値とした。

3 結果及び考察

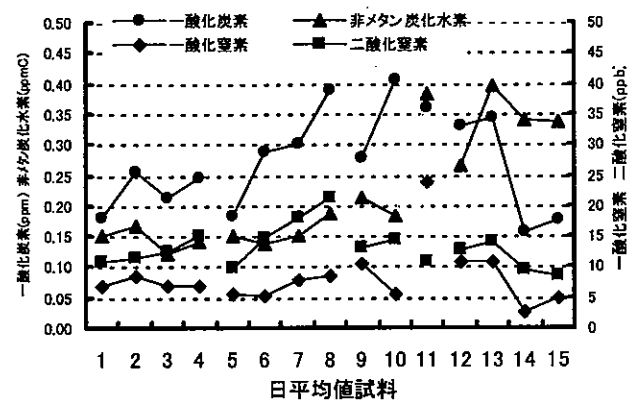
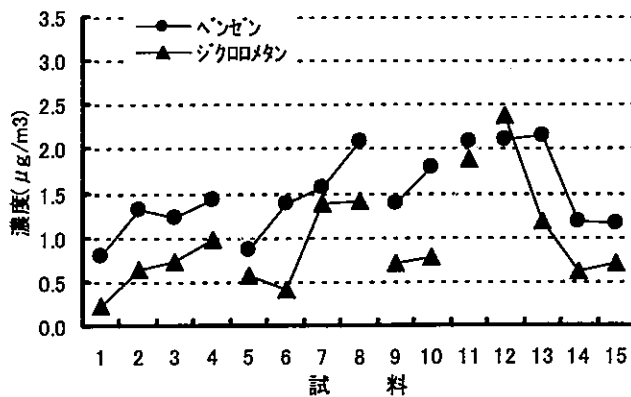
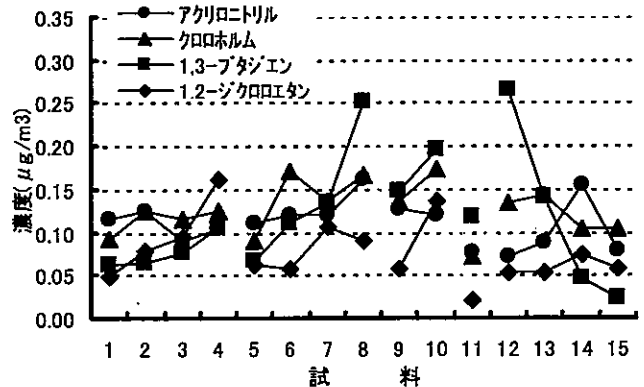
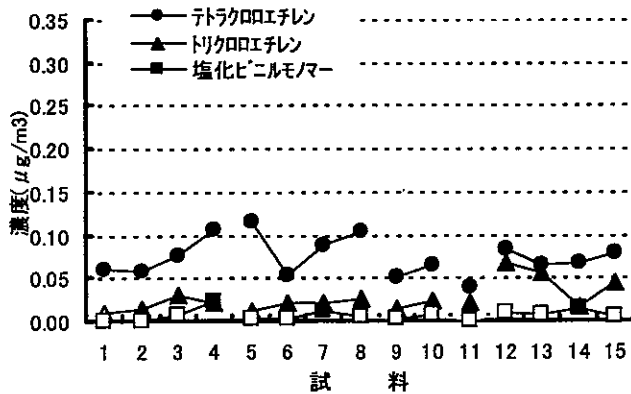
3.1 VOCs及び一酸化炭素等の濃度変化
調査結果を図1及び表2に示す。

3.1.1 濃度範囲

VOCsの測定対象物質の定量下限値は, 0.01μg/m³である。本調査のうち, 塩化ビニルモノマーが12試料で, トリクロロエチレンが1試料で定量下限値未満であった。

塩化ビニルモノマー, テトラクロロエチレン及びトリクロロエチレンは, 有害大気汚染物質の基準値等(以下「基準値等」という。)²⁾と比較して低濃度であった。また, モニタリング調査での塩化ビニルモノマー, テトラクロロエチレン及びトリクロロエチレンの濃度も低いレベルで推移しており, 本県では塩化ビニルモノマー, テトラクロロエチレン及びトリクロロエチレンは, 低濃度であると考えられた。

クロロホルム及び1,2-ジクロロエタンは, 基準値等の



注) 定量下限値未満の場合, 白抜きし生データを用いた。
線で結ばれている試料は, 連続して試料採取が行われている。

図1 濃度変化

表2 VOCs及び一酸化炭素等の濃度

物 質	単 位	定 量 用							モニタリング調査結果 ¹⁾		基準値等
		質量数	最大	最小	平均	標準偏差	変動係数(%)	平均			
アクリロニトリル	μg/m ³	52	0.16	0.07	0.11	0.028	24.2	<0.01~0.39	0.08	0.1	
塩化ビニルモノマー		62	0.02	<0.01	<0.01	0.006	94.3	<0.01~0.07	0.02	1	
クロロホルム		83	0.17	0.07	0.13	0.030	24.1	<0.04~0.41	0.13	0.4	
1,2-ジクロロエタン		62	0.16	0.02	0.08	0.036	47.3	<0.04~0.33	0.12	0.4	
ジクロロメタン		84	2.4	0.24	0.97	0.579	59.9	<0.1~2.3	0.35	150	
テトラクロロエチレン		166	0.11	0.04	0.07	0.022	29.7	<0.1~0.3	<0.1	200	
トリクロロエチレン		130	0.07	<0.01	0.03	0.016	63.5	<0.1~0.8	0.1	200	
1,3-ブタジエン		54	0.26	0.02	0.12	0.071	59.3	0.06~0.83	0.41	0.04	
ベンゼン		78	2.1	0.80	1.5	0.446	29.8	0.7~6.5	2.5	3	
一酸化炭素		ppm		0.40	0.16	0.27	0.081	29.5			
一酸化窒素	ppb		24	3	8	4.8	58.2				
二酸化窒素	ppb		21	9	13	3.3	25.3				
非メタン炭化水素	ppmC		0.40	0.12	0.22	0.096	43.6				

注) 定量下限値未満の場合、平均、標準偏差及び変動係数においては生データを用いた。
 一酸化炭素については、小数第2位まで算出した。
 モニタリング調査結果は平成11~12年度の鹿児島県が実施した一般環境及び沿道の濃度範囲である。

3分の1程度であった。モニタリング調査では、クロロホルム及び1,2-ジクロロエタンは沿道での測定対象物質としていないため比較は難しいが、本調査の結果は一般環境のモニタリング調査結果の濃度範囲と同程度であり、クロロホルム及び1,2-ジクロロエタンが広範囲に同程度の濃度範囲で存在しているものと考えられた。

アクリロニトリル及び1,3-ブタジエンは、平均で基準値等を超過していた。モニタリング調査においてもしばしば基準値等を超過する物質であり、長期的な調査からの評価が必要であると思われる。

ジクロロメタン及びベンゼンは、他の物質と比べて高濃度であった。しかしながら、ジクロロメタンについては、基準値等と比較すると100分の1程度であり、ベンゼンは、基準値等と同程度であった。

本調査の結果を有害大気汚染物質の全国平均⁴⁾と比較すると同程度またはそれ以下であり、大気環境については良好な状況であった。また、一部の測定対象物質からの健康影響へのリスクは小さいものと考えられた。

一酸化炭素等は、顕著な汚染等は認められず、全般的に良好な状況であった。

3. 1. 2 日変動

大気中のVOCsの濃度は、日内または日間で大きく変動している^{5, 6)}。変動の要因としては、発生源や気象状況等の影響を受けていることが報告されている。

本調査においては、ジクロロメタン及び1,3-ブタジエンの濃度が日間で大きく変動し、その他の測定対象物質の濃度の変動は小さかった。ジクロロメタンは、各種製造業で使用されている溶剤であり大気中への排出量が多い物質であるため⁷⁾、結果はこの影響を受けた可能性が

考えられた。また、1,3-ブタジエンについては、溶剤使用による影響は考えにくく、他からの影響と考えられた。

一酸化炭素等では、一酸化窒素の日平均値が一部ではあったが、全体的に日変動は小さかった。

3. 2 風向、風速との関係

風向、風速がVOCsの濃度に影響を及ぼしていることが報告されている^{5, 6, 8)}。日変動が大きく発生源からの影響の可能性が考えられたジクロロメタンは、試料採取時24時間のうちで北西からの風の頻度が多い試料ほど本調査の平均より高い濃度で検出される傾向にあった。このことから、調査地点の北西の位置にジクロロメタンの発生源が存在することが疑われた。

ジクロロメタンの最高濃度の試料採取時の風向の度数分布を図2に示す。

一方、VOCsの濃度への風速影響の評価は、本調査のVOCsの濃度結果が日内変動を平均化した24時間連続採取によるもので、困難であった。

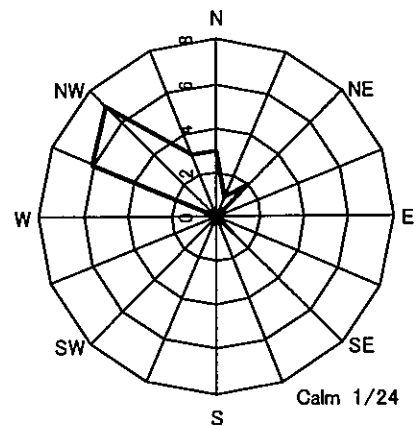


図2 風向の度数分布

表3 物質濃度間の相関

物質	Ac	Vi	Ch	De	Dm	Te	Tr	Bu	Be	CO	NO	NO ₂
アクリロニトリル(Ac)	1.00											
塩化ビニルモノマー(Vi)	0.05	1.00										
クロロホルム(Ch)	0.37	0.16	1.00									
1,2-ジクロロエタン(De)	0.28	<u>0.72</u>	0.42	1.00								
ジクロロメタン(Dm)	-0.41	0.21	0.02	-0.14	1.00							
テトラクロロエチレン(Te)	0.13	0.47	0.06	0.50	0.11	1.00						
トリクロロエチレン(Tr)	-0.60	0.19	0.21	-0.16	0.62	0.09	1.00					
1,3-ブタジエン(Bu)	0.06	0.10	0.61	0.13	<u>0.68</u>	0.16	0.44	1.00				
ベンゼン(Be)	-0.20	0.14	0.41	-0.03	<u>0.81</u>	-0.10	0.58	<u>0.78</u>	1.00			
一酸化炭素(CO)	-0.02	-0.03	0.60	0.11	0.60	-0.13	0.31	<u>0.83</u>	<u>0.89</u>	1.00		
一酸化窒素(NO)	-0.45	-0.29	-0.31	-0.45	0.63	-0.41	0.14	0.28	0.59	0.51	1.00	
二酸化窒素(NO ₂)	0.39	0.29	<u>0.73</u>	0.45	0.32	0.33	0.08	<u>0.70</u>	0.53	<u>0.67</u>	0.02	1.00
非メタン炭化水素	-0.35	-0.05	-0.30	-0.53	0.39	-0.35	0.47	-0.02	0.45	0.12	0.44	-0.35

注) アンダーラインは物質間で有意水準1%で相関が認められる。

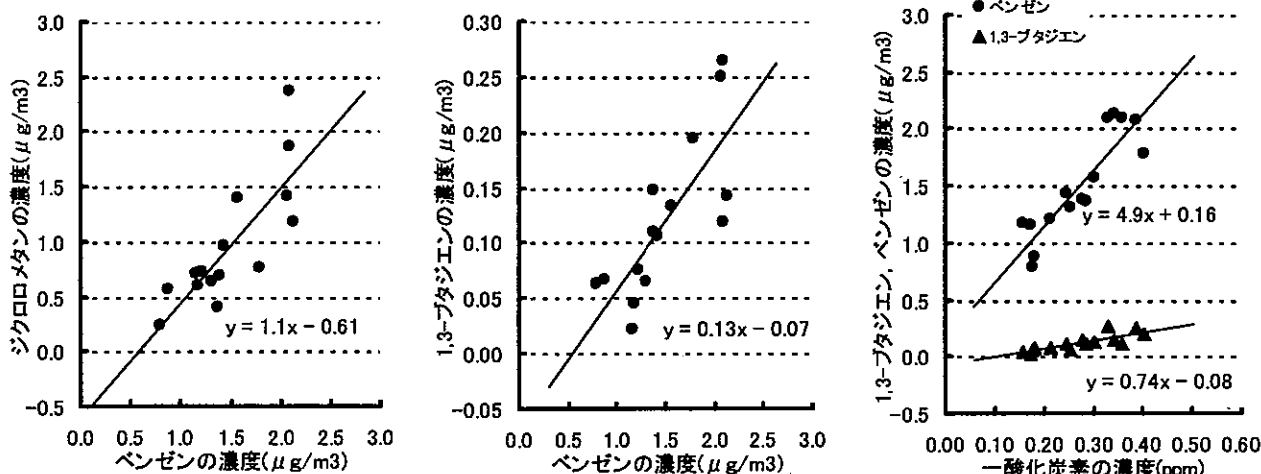


図3 物質間の関係

3.3 物質濃度間の関係

物質濃度間の相関を表3に示す。また、比較的相関が高かった物質濃度間の関係を図3に示す。

3.3.1 VOCs間

測定対象物質のうちでジクロロメタンと1,3-ブタジエン及びベンゼンの濃度間や1,3-ブタジエンとベンゼンの濃度間に有意水準1%で相関が認められたが、他の多くの物質間には有意な相関は認められなかった。

VOCsの物質濃度間には高い相関関係が報告されている^{5,9)}。しかしながら、物質濃度間に相関があるからといって、これらの物質の発生源が同じとは限らない。ジクロロメタンの主用途は洗浄溶剤等で、ベンゼンは合成原料であり、発生源が同じとは考えられず今後の検討を要するものである。

3.3.2 VOCsと一酸化炭素等間

自動車からの排出が予想されるVOCsの濃度は、一酸化炭素等の濃度と高い相関関係が報告されている¹⁰⁻¹²⁾。

一酸化炭素と1,3-ブタジエン及びベンゼンの濃度間に有意水準1%で相関が認められた。一酸化炭素との関係から1,3-ブタジエン及びベンゼンは自動車が主な発生源であると考えられた。また、一部の濃度間で相関が認められたが、他の多くの物質間には有意な相関は認められなかった。

4 まとめ

本調査の結果をもとに、VOCsの濃度の日変動及び自動車排出ガスからの影響等について検討を行った。

1) VOCsの測定対象物質の濃度は、全国平均と比較して同程度またはそれ以下であり、大気環境について

- は良好な状況であった。
- 2) ジクロロメタン及び1,3-ブタジエンの濃度が日間で大きく変動し、その他VOCsの測定対象物質の濃度の変動は小さかった。ジクロロメタンは発生源からの影響を受けた可能性が考えられた。
- 3) ジクロロメタンの濃度結果と風向測定の結果より、調査地点の北西の位置にジクロロメタンの発生源が存在することが疑われた。
- 4) 一酸化炭素と1,3-ブタジエン及びベンゼンの濃度間に有意水準1%で相関が認められ、1,3-ブタジエン及びベンゼンは自動車が主な発生源であると考えられた。

参考文献

- 1) 鹿児島県；大気・騒音調査結果（平成9～12年度）
- 2) 環境庁；有害大気汚染物質測定方法マニュアル（平成9年2月）
- 3) 鹿児島県；道路交通情勢調査（平成11年度）
- 4) 環境省；地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果（平成12年度）
- 5) 井川学，中田典秀，他；降水中の揮発性有機化合物濃度とその支配要因，大気環境学会誌，34(3)，211～218（1999）
- 6) 中嶋敏秋，近藤秀治；都市大気中の有機塩素化合物濃度，大気環境学会誌，33(1)，42～49（1998）
- 7) 環境省；PRTTRデータを読み解くための市民ガイドブック -平成12年度パイロット事業の結果から-（2001年8月）
- 8) 飯田芳男，代島茂樹，他；大気中の揮発性有機塩素化合物濃度の時間変動，環境科学会誌，5(4)，267～277（1992）
- 9) 浦野紘平，宮本健一，他；有機ハロゲン化合物および芳香族炭化水素化合物による都市大気汚染，大気汚染学会誌，27(5)，227～236（1992）
- 10) 長田健太郎；道路沿道におけるVOCの挙動とその解析，第40回大気環境学会年会講演要旨集，532（1999）
- 11) 飯村文成；関東甲信静地域における大気中のベンゼン濃度，第41回大気環境学会年会講演要旨集，194～195（2000）
- 12) 西原幸一；一酸化炭素濃度とベンゼン濃度の関係，第42回大気環境学会年会講演要旨集，342（2001）

Concentrations of Volatile Organic Compounds at a Street Side

Kazuhiko IMAMURA, Masaaki AKATSUKA, Heiichiro YABU
Masami ONISI, Michio MATSUDOME

(Kagoshima Prefectural Institute of Environmental Research and Public Health, 18, Jonan-cho,
Kagoshima-si, 892-0835, JAPAN)

Abstract

The concentrations of volatile organic compounds in ambient air at commercial area were measured by GC/MS. These concentrations were low. The variations of the concentrations of dichloromethane and 1,3-butadiene were larger than these of the other compounds. According to the consideration of wind direction, it was considered that emission source using dichloromethane as solvent had been located in northwest. Correlations between concentrations of 1,3-butadiene, benzene and carbon monoxide were found, 1,3-butadiene and benzene may be mainly generated from automobiles.

Key words: volatile organic compounds, ambient air, street side, automobile exhaust gas