

原著

福岡県における大気中揮発性有機化合物の評価 —平成10～19年度有害大気汚染物質モニタリング調査—

力寿雄・山本重一・藤川和浩・大久保彰人・田上四郎・大石興弘・岩本眞二

揮発性有機化合物（VOC）による大気汚染の状況を評価するため、福岡県内4地点（一般環境2地点、発生源周辺1地点、沿道1地点）において、平成10年度から平成19年度までの10年間に実施した有害大気汚染物質モニタリング調査データを解析した。健康リスクが高いといわれる優先取組物質は、いずれの地点も環境基準・指針値以下であったが、ジクロロメタンおよびトリクロロエチレンはそれぞれ1地点でやや高い値を示した。測定対象とした30成分のVOCのうち、フロン類等を除くと、トルエン、ジクロロメタン、ベンゼン、キシレン、エチルベンゼン等の大気濃度が高く、これらの物質は県内において排出量が多い成分であり、特定事業所の他、自動車排ガスが主要な発生源となっていると考えられた。また、平成20年3月に導入した福岡県大気管理システムを利用し、PRTR届出排出量、自動車交通量および気象データを使用することにより調査地点以外の空白地域を含む県内全域のVOC濃度分布を予測した。さらに、主要な固定発生源からの拡散を予測する低煙源工場拡散モデルMETI-LIS ver2.03（経済産業省）により発生源周辺濃度分布を推測した。これらの予測を基に地域住民の健康リスクの評価も可能となると考えられる。

[キーワード : 有害大気汚染物質、揮発性有機化合物、VOC、PRTR]

1 はじめに

平成8年5月に大気汚染防止法が改正され、低濃度であるが長期曝露によって人の健康を損なう恐れのある有害大気汚染物質の対策が制度化された¹⁾。その中で有害性の程度や大気環境の状況等に鑑み健康リスクがある程度高いと考えられる22物質が「優先取組物質」としてリスト化された。これに伴い福岡県においても平成9年10月より有害大気汚染物質モニタリング調査を開始した。この優先取組物質以外にも、人の健康や生態系に有害なおそれがある「第一種指定化学物質」はPRTR（化学物質排出移動量届出）制度の対象物質となっており、環境中の存在量を評価することが重要となっている。これらのうち、揮発性有機化合物（VOC）はその多くが大気中に放出され、人の健康に影響を与える可能性がある。また、近年、福岡県においても光化学オキシダント（Ox）の注意報発令が相次いでおり、そのOx生成の原因物質であるVOCの濃度分布・発生状況の把握が必要となっている。そこで、これまでに実施した有害大気汚染物質モニタリング調査の際に実施した優先取組物質を含むVOCの測定データを解析し、VOCによる汚染状況、環境濃度と排出量の関連、福岡県内および発生源周辺の濃度分布予測について検討したので報告する。

2 方法

2.1 調査地点および調査期間

図1に示す4地点において、平成10年度（一部成分は11年度）から平成19年度まで、毎月1回（年12回）の継続調査を実施した。

柳川市（一般環境）：柳川あめんぼセンター

宗像市（一般環境）：宗像一般環境大気測定局

久留米市（発生源周辺）：久留米市民会館

香春町（沿道）：香春高野自動車排出ガス測定局



図1 調査地点

2-2 測定対象物質

調査対象物質を表1にまとめた。有害大気汚染物質の優先取組物質9物質を含む、フロン類4物質、有機塩素化合物15物質、炭化水素9物質、その他2物質の計30物質を測定対象物質とした。

2-3 試料採取および測定方法

試料の採取および測定は、有害大気汚染物質測定方法マニュアル²⁾に示された方法（容器捕集-GC/MS法）に準拠して行った。毎月1回、同一日に前述の4地点において、24時間の試料採取を行った。予め減圧にしておいたキャニスターに一定流量で調査地点大気を採取した。採取後の試料は、窒素ガスにより加圧後、低温濃縮装置により濃縮し、GC/MSに導入し分析した。

3 結果と考察

3-1 優先取組物質による大気汚染の状況

VOCのうち、9物質が有害大気汚染物質の優先取組物質に指定されている。そのうち、ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンおよびジクロロメタンの4物質には環境基準が設定されている。また、その他5物質は健康リスクの低減を図るための評価の指標となる指針値が設定されている。そこで、上述の測定地点で平成10年度（一部は11年度）から19年度までに実施した有害大気汚染物質モニタリング調査データを集計し、各地点の年平均値の推移と全国平均³⁾との比較を図2にまとめ、優先取組物質による大気汚染状況の評価を行った。

表1 測定対象物質

分類	物質名	環境基準 (指針値)	分類	物質名	環境基準 (指針値)
フロン類	フロン-12		有機塩素 化合物	* テトラクロロエチレン	200
	フロン-114			クロロベンゼン	
	フロン-11			p-ジクロロベンゼン	
	フロン-113			o-ジクロロベンゼン	
有機塩素 化合物	クロロメタン		炭化水素	* 1,3-ブタジエン	(2.5)
	* 塩化ビニルモノマー	(10)		* ベンゼン	3
	* クロロホルム	(18)		トルエン	
	クロロエタン			エチルベンゼン	
	* ジクロロメタン	150	キシレン		
	1,1-ジクロロエタン		スチレン		
	* 1,2-ジクロロエタン	(1.6)	4-エチルトルエン		
	1,1,1-トリクロロエタン		1,3,5-トリメチルベンゼン		
	四塩化炭素		1,2,4-トリメチルベンゼン		
	1,2-ジクロロプロパン		その他	プロモメタン	
* トリクロロエチレン	200		* アクリロニトリル	(2)	

1) *は有害大気汚染物質の優先取組物質を示す

2) ()内の数値は有害大気汚染物質による健康リスクの低減を図るための指針となる数値

3) 環境基準および指針値の単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ である

3-1-1 環境基準項目

ベンゼン（環境基準 $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）は自動車排ガスと石油製品製造施設等が主な発生源である。平成10年度以降、環境基準を満たしており、濃度推移も漸減傾向であり、全国平均値（一般環境）を下回っていた。これは、平成12年1月からガソリン中のベンゼン含有率の上限値が従来の5vol%から1vol%に規制強化されたことも原因の一つであると考えられる。しかし、平成17年以降、僅かに増加傾向を示しており、全国平均を上回ることもあった。なお、調査地点の中では、沿道である香春町がやや高い値を示していた。

一方、トリクロロエチレン（同 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）は脱脂洗浄剤として金属製品製造施設、テトラクロロエチレン（同

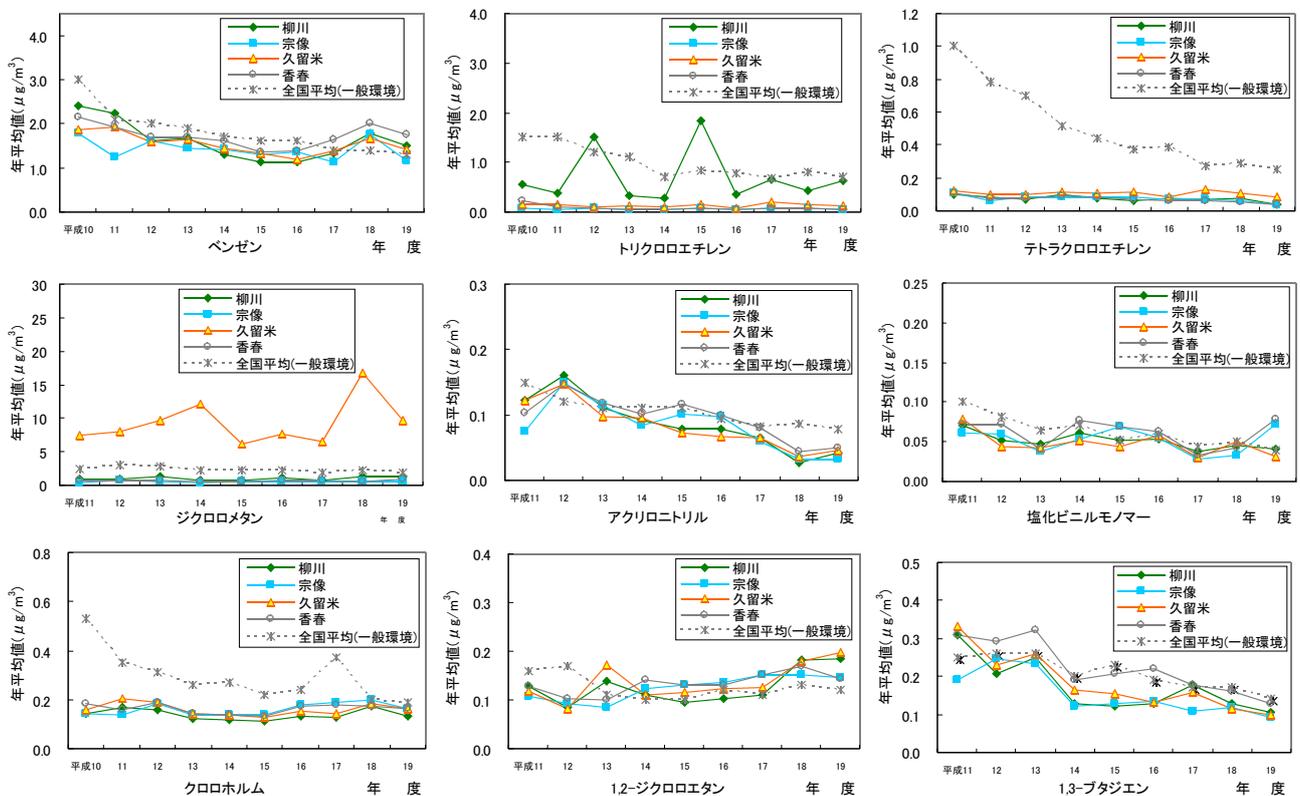


図2 優先取組物質の年平均値と全国平均の推移

表2 測定対象物質の大気中濃度中央値（平成18年度～19年度）と福岡県内の排出量の関係

	大気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				届出排出量 ²⁾ (t/年)		届出外排出量 ³⁾ (t/年)	
	久留米 ¹⁾	柳川 ¹⁾	香春 ¹⁾	宗像 ¹⁾				
1 トルエン	7.9	8.4	3.3	3.9	4,427.7	金属(12%), 印刷(10%), 輸送用機械(10%), 化学(10%) 他	2,160.9	移動体(17%), 届出外事業所(15%)
2 フロン-12	3.0	3.0	2.9	3.1	0.0	-	27.2	移動体(43%), 届出外事業所(40%), 家庭(17%)
3 ジクロロメタン*	6.7	1.0	0.6	0.5	494.6	プラスチック(48%), 化学(14%), 電気機械(13%), 金属(7%)	43.4	届出外事業所(8%)
4 フロン-11	1.6	1.7	1.6	1.6	0.0	-	19.5	家庭(63%), 届出外事業所(37%)
5 ベンゼン*	1.5	1.5	1.7	1.4	104.0	石油製品(8%), 鉄鋼(6%) 他	376.4	移動体(74%)
6 クロロメタン	1.4	1.5	1.6	1.5	0.0	-	0.0	-
7 四塩化炭素	0.71	0.67	0.73	0.70	0.3	化学(100%)	0.0	-
8 フロン-113	0.60	0.59	0.62	0.64	0.0	-	0.0	-
9 キシレン	0.55	0.63	0.59	0.76	1,172.0	輸送用機械(16%), 金属(6%) 他	2,304.2	届出外事業所(45%), 移動体(19%)
10 エチルベンゼン	0.55	0.61	0.54	0.60	448.9	輸送用機械(21%), 金属(7%) 他	656.4	届出外事業所(41%), 移動体(17%)
11 1,2,4-トリメチルベンゼン	0.36	0.48	0.40	0.48	-	-	-	-
12 p-ジクロロベンゼン	0.21	0.35	0.17	0.29	6.4	-	652.4	家庭(99%)
13 クロロホルム*	0.16	0.13	0.17	0.17	2.6	化学(25%), 高等教育(15%)	3.9	家庭(37%), 届出外事業所(23%)
14 トリクロロエチレン*	0.10	0.32	0.05	0.05	18.4	金属(41%), 電気機械(19%) 他	11.2	届出外事業所(38%)
15 1,2-ジクロロエタン*	0.13	0.12	0.12	0.11	0.8	化学(100%)	0.0	-
16 フロン-114	0.11	0.11	0.12	0.12	0.0	-	0.0	-
17 4-エチルトルエン	0.10	0.12	0.079	0.13	-	-	-	-
18 1,1,1-トリクロロエタン	0.11	0.095	0.100	0.099	-	-	-	-
19 スチレン	0.10	0.15	0.073	0.075	85.4	プラスチック(26%), 窯業(12%), 電気機械(10%) 他	66.2	移動体(43%)
20 1,3-ブタジエン*	0.094	0.073	0.13	0.070	0.0	-	110.2	移動体(96%)
21 1,3,5-トリメチルベンゼン	0.067	0.093	0.069	0.10	92.2	輸送用機械(31%) 他	123.5	移動体(36%), 届出外事業所(20%)
22 ブロモメタン	0.077	0.064	0.069	0.054	1.6	食品(8%)	23.7	届出外事業所(94%)
23 テトラクロロエチレン*	0.097	0.044	0.039	0.049	54.4	金属(31%), 洗濯業(15%), 化学(14%), 印刷(7%)	27.1	届出外事業所(33%)
24 クロロエタン	0.049	0.048	0.037	0.038	0.0	-	0.0	-
25 アクリロニトリル*	0.031	0.024	0.049	0.033	1.7	化学(60%)	1.0	家庭(37%)
26 1,2-ジクロロプロパン	0.029	0.038	0.033	0.035	8.5	印刷(92%)	0.7	届出外事業所(8%)
27 塩化ビニルモノマー*	0.019	0.028	0.024	0.032	1.4	化学(100%)	0.0	-
28 1,1-ジクロロエタン	0.015	0.015	0.016	0.018	-	-	-	-
29 o-ジクロロベンゼン	0.009	0.028	0.012	0.007	79.6	化学(87%)	11.4	届出外事業所(11%)
30 クロロベンゼン	0.013	0.014	0.011	0.007	19.0	化学(100%)	0.4	-

1) 平成18年度および19年度に実施した調査における各測定地点の成分濃度の中央値
 2) 福岡県におけるPRTR届出排出量と業種別の排出割合(全排出量に対する排出割合を示す)
 3) 福岡県におけるPRTR届出外排出量と排出源別の排出割合(全排出量に対する排出割合を示す)

200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) は脱脂洗浄剤として金属製品製造施設や洗濯業、ジクロロメタン (同150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) は溶剤・発泡剤としてプラスチック製品製造や化学工業等の事業所が主な発生源である。いずれも発生施設が限定されるため、調査地点の濃度は発生施設からの排出量および距離が大きく関係すると考えられる。上述の3物質とも環境基準を満たしており、一部を除いて全国平均値 (一般環境) を下回っていた。柳川市のトリクロロエチレンおよび久留米市のジクロロメタンは比較的高い値で変動しており、近隣の排出施設の影響と推測された。

3.1.2 指針値項目

アクリロニトリル (指針値2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) はアクリル・ABS樹脂の製造施設、塩化ビニルモノマー (同10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) は塩化ビニル樹脂の製造施設、クロロホルム (同18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) はフッ素樹脂の製造施設、1,2-ジクロロエタン (同1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) は塩化ビニルモノマーの製造施設等が主な発生源であるほか、アクリロニトリルおよびクロロホルムはこれらを原料とした樹脂が発生源となるため、家庭からも排出される。アクリロニトリルおよび塩化ビニルモノマーは4地点とも全国平均値と同程度で推移していたが、1,2-ジクロロエタンは近年わずかに上昇傾向を示した。クロロホルムは全国平均値より低く推移していた。なお、いずれの成分も指針値未満であった。また、1,3-ブタジエン (同2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) は合成ゴムの原料の他、自動車排ガスが主な発生源であり、平成11年以降、漸減傾向であり、沿道である香春町がやや高い値を示していたのを除くと、他の3地点は全国平均よりやや低く推移していた。

3.2 調査対象物質 (30成分) の濃度と発生源

3.2.1 調査対象物質の環境大気濃度と排出量の関係

調査対象物質とした30物質は、優先取組物質以外にも、オゾン層破壊物質、健康リスクにおいて重要な物質が含まれるため、これらの成分の環境大気濃度の実態とその発生源の関連について検討した。表2に平成18年度および19年度の測定対象物質の大気濃度 (中央値) と排出量 (発生源)⁴⁾ の関係をまとめた。フロン-12、フロン-11、フロン-113、フロン-114のフロン類および四塩化炭素は、環境大気濃度の比較的高い物質であるが、各測定地点の濃度に大きな差は見られなかった。これは、「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」の発効により、1996年以降全廃されているため、環境への排出が議定書以前に製造された機器等からの僅かな排出量に限られ、かつ、熱的化学的に安定な成分であるため、全地点同程度の環境大気中のバックグラウンド濃度として存在しているためと考えられる。同様に、議定書により規制されている1,1,1-トリクロロエタン、毒性があるため現在ほとんど使用されなくなったクロロメタンも、各地点の濃度はほぼ一定であった。その他の成分で環境大気濃度の比較的高い物質は、トルエン、ジクロロメタン、ベンゼン、キシレン、エチルベンゼン等であり、いずれも福岡県内において年間排出量が100 tを超える物質であった。最も高濃度であったトルエンは、排出量も最も多く、様々な産業施設のほか、自動車排ガスも重要な発生源であった。ジクロロメタンはプラスチック製品製造施設からの排出が多く、ベンゼンは自動車排ガスが主な

表3 VOCの因子行列

物質名	Factor-1	Factor-2	Factor-3
キシレン	0.882	0.068	0.081
1,2,4-トリメチルベンゼン	0.880	0.161	0.018
1,3,5-トリメチルベンゼン	0.820	0.126	-0.041
スチレン	0.695	0.098	0.086
エチルベンゼン	0.678	-0.063	0.116
1,3-ブタジエン	0.653	0.435	-0.044
4-エチルトルエン	0.621	0.095	0.278
トルエン	0.590	-0.211	0.293
フロン-12	0.223	0.890	-0.057
フロン-114	0.177	0.837	-0.192
フロン-113	-0.275	0.800	0.137
フロン-11	0.351	0.695	-0.180
クロロメタン	0.212	0.603	0.065
1,1,1-トリクロロエタン	-0.388	0.562	0.405
四塩化炭素	-0.423	0.541	0.442
クロロホルム	-0.160	0.142	0.859
1,2-ジクロロエタン	0.105	-0.050	0.848
1,2-ジクロロプロパン	0.122	-0.155	0.743
クロロベンゼン	0.292	-0.232	0.672
1,1-ジクロロエタン	0.205	0.074	0.599
o-ジクロロベンゼン	-0.002	0.032	0.566
ベンゼン	0.409	0.311	0.537

- 1) 因子抽出法: 主成分分析
- 2) 回転法: Kaiserの正規化を伴うバリマックス法

発生源であり、キシレンおよびエチルベンゼンは輸送用機械製造業など様々な業種のほか、自動車排ガスも重要な発生源であった。その他、スチレンや1,3-ブタジエン、1,3,5-トリメチルベンゼン等についても自動車排ガスの影響が大きい他、特殊な例としてp-ジクロロベンゼンは家庭が主な発生源となっていた。

3.2.2 調査対象物質の相関

測定対象物質について、発生源や性質等による成分分類を行うために、平成18年度および平成19年度の調査結果を基に、因子分析により成分分類を行った。その因子分析の抽出法は主成分分析法を使用し、バリマックス回転により実行した。なお、測定対象物質である30物質のうち、因子抽出後の共通性が著しく小さい物質であった塩化ビニルモノマー、ブロモメタン、クロロエタン、アクリロニトリル、ジクロロメタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、p-ジクロロベンゼンは因子分析の対象成分から除いた。これらの成分は一部の業種からの発生に限定されるため、独自性が強いと考えられる。

独自性の強いこれらの成分を除いた22成分について、因子負荷量の算出結果を表3に示した。第1因子と関係が強い物質は、キシレン、トリメチルベンゼン、スチレン、エチルベンゼン、1,3-ブタジエン、4-エチルトルエン、トルエン、ベンゼン等の炭化水素であり、これらは一般的に自動車排ガスの主要成分であることから、調査地点における自動車排ガスの影響を表わしていると考えられる。第2因子では、フロン類のほか、クロロメタン、1,1,1-トリクロロエタンおよび四塩化炭素が主要成分であり、環境濃度が一定濃度で安定している成分であった。第3因子は、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、1,2-

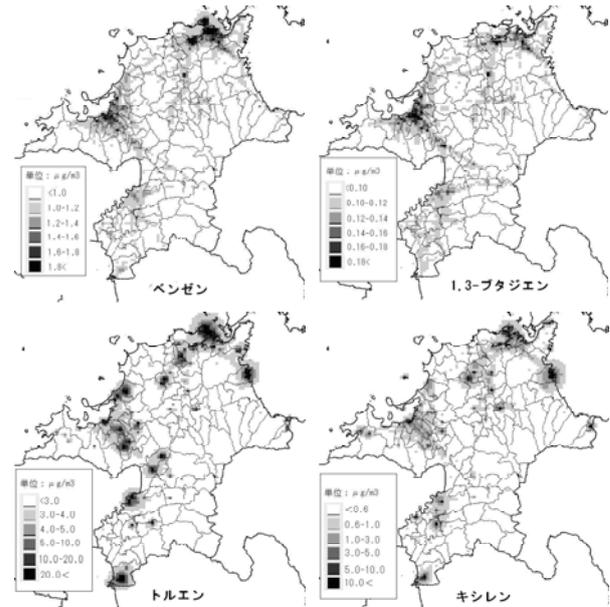


図3 VOCの県内濃度分布予測（平成17年度）

ジクロロプロパン、クロロベンゼンが主要成分であり、いずれも有機塩素化合物で、福岡県内での排出量は非常に少ない成分であった。

3.3 県内のVOC濃度分布予測

VOCによる健康リスクを予測するためには、各地域のVOC濃度を明らかにする必要があるが、有害大気汚染物質モニタリング調査の実施地点には限りがあるため、その他の地域のVOC汚染実態は不明である。そこで、こうした空白地域を含む県内全域のVOC濃度の実態を探るため、福岡県大気管理システムを用いて、県内全域のVOC濃度分布予測を行った。これは大気汚染物質の発生源からの拡散現象から、ある地点の大気汚染物質濃度を予測するシステムであり、具体的には発生源であるPRTR届出事業場（点源）や幹線道路（線源）の発生源情報および気象データ（風向・風速・大気安定度）を基に、拡散式で大気汚染物質濃度を計算するものである。自動車および固定発生源から排出され、県内で比較的大きな濃度差が予想されるベンゼン、1,3-ブタジエン、トルエンおよびキシレンの県内全域の濃度分布予測（平成17年度）を図3に示した。ベンゼンおよび1,3-ブタジエンは北九州市、福岡市、久留米市等の都市域を中心に濃度が高くなっており、それらを結ぶ主要幹線道沿いに高濃度地域が広がっていた。これは表2に示したとおり、両物質は移動体、すなわち自動車排ガスが主要発生源であるためである。一方、トルエンおよびキシレンは北九州市、福岡市および久留米市等の都市域以外にも県内各地で高濃度地域が点在しており、これらの地点はトルエンの場合、排出量100t/年以上、キシレンの場合10t/年以上の事業所の所在地であり、こうした事業所の近郊では10 μg/m³以上の

濃度で検出されることが推測された。本システムの利用により、PRTRの届出外事業所および家庭からの排出を除き、VOCの濃度分布を予測することができ、これらの結果を利用し、各地域のVOCによる健康リスクの推定が可能である。

3・4 固定発生源からのVOC拡散シミュレーション

図2の結果からも明らかなように、久留米市においてジクロロメタンの濃度が全国平均（一般環境）を大きく上回る状況が調査開始以来、継続している。この原因としては、PRTR届出データから測定地点の近隣でジクロロメタンを排出しているポリウレタンフォーム製造施設の影響が考えられた。そこで、平成14年度から16年度に当該事業場において、ジクロロメタンの排出実態に関する調査を実施した（環境省委託有害大気発生源対策調査）。本調査の結果⁵⁾を基に、排出量、実煙突高さ、稼働時間、気象条件（平成14年度年間データ）等の情報を低煙源工場拡散モデルMETI-LIS ver2.03⁶⁾に適用し、当該施設からのジクロロメタン拡散シミュレーションを行った結果（平成14年度年間濃度分布）を図4に示す。排出源の事業所を中心にジクロロメタンの拡散を推定した結果、約700mの距離にある有害大気モニタリング調査の測定地点において、風向・風速等の気象条件により、10-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度のジクロロメタンが検出される可能性が明らかになった。この結果は平成14年度に実施した同地点の有害大気モニタリング調査での年平均値12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （実測値）と良い対応を示していた。

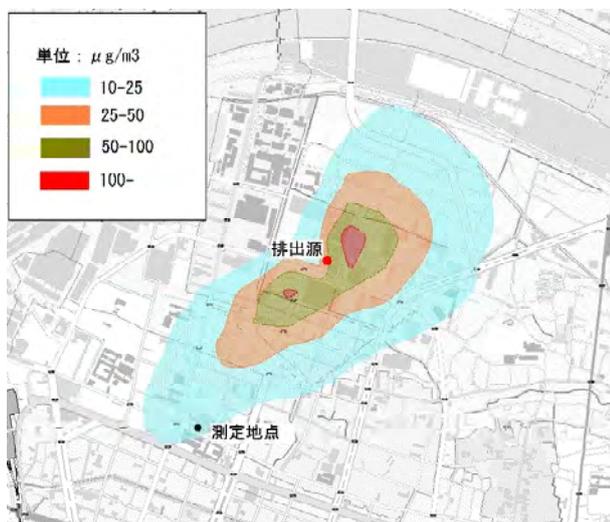


図4 発生源からのジクロロメタン拡散予測
（平成14年度年間平均）

4 まとめ

平成10年度から平成19年度までに県内4地点で実施した有害大気汚染物質モニタリング調査のデータを基に、VOCによる大気汚染状況の評価を行った。優先取組物質の大気中濃度は、環境基準項目および指針値項目ともに基準・指針値以下であった。しかし、ジクロロメタンおよびトリクロロエチレンがそれぞれ1地点でやや高い値を示した。優先取組物質を含むVOC30成分の大気濃度はトルエン、キシレン、エチルベンゼン等の特定事業所からの排出および自動車排ガス由来成分、ベンゼン、1,3-ブタジエン等の自動車排ガス由来成分、ジクロロメタン等の特定事業所からの排出成分が高濃度であった。VOC濃度の経年変化については、ベンゼンおよび1,2-ジクロロエタンの濃度が近年僅かに上昇しているのを除いて、その他の成分はここ10年間で漸減または横ばい傾向を示した。また、PRTR届出排出量、自動車交通量および気象データを使用することにより調査地点以外の空白地域を含む県内全域のVOC濃度分布を予測することができた。このVOC濃度分布予測から、環境基準や指針値の超過の恐れのある地域を探索することが可能である。さらに、METI-LIS ver2.03（経済産業省）の利用により、主要な固定発生源からの拡散を予測することができ、前述のVOC濃度分布予測の結果と併せ、地域住民のVOCによる健康リスクの評価も可能である。

文献

- 1) 環境省：大気汚染防止法第22条の規定に基づく大気の汚染の状況の常時監視に関する事務の処理基準について， 2001.
- 2) 環境省：有害大気汚染物質測定方法マニュアル 第2章 大気中のベンゼン等揮発性有機化合物（VOCs）の測定方法， 1997.
- 3) 環境省：平成19年度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について， 2008.
- 4) 福岡県：福岡県におけるPRTRデータ（届出排出量・届出外排出量 平成19年度分， 2009.
- 5) 福岡県：平成14年度環境省委託 有害大気汚染物質発生源対策調査報告書， 2003.
- 6) 経済産業省：低煙源工場拡散モデル（Ministry of Economy, Trade and Industry-Low rise Industrial Source dispersion MODEL）， 2006.

(英文要旨)

**Evaluation of volatile organic compounds in the atmosphere in Fukuoka Prefecture
— Hazardous air pollutants monitoring investigation in 1998-2007 —**

**Hisao CHIKARA, Shigekazu YAMAMOTO, Kazuhiro FUJIKAWA,
Akito OKUBO, Shiro TAGAMI, Okihiro OISHI and Shinji IWAMOTO**

*Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,
Mukaizano 39, Dazaifu, Fukuoka 818-0135, Japan*

The results of monitoring conducted at four sites in Fukuoka Prefecture between 1998 and 2007 were analyzed in order to evaluate air pollution due to volatile organic compounds (VOC). Although all the priority compounds concentrations were below environmental standards and guidelines, the concentrations of dichloromethane and trichloroethylene at one site were each slightly elevated, but there were high concentrations of toluene, dichloromethane, benzene, xylene, ethylbenzene and other chemicals that are emitted in large quantities. These compounds are emitted by specific industries and vehicle exhaust gas. Moreover, VOC concentration distribution maps over the whole region of Fukuoka prefecture were obtained in putting PRTR information, the amount of vehicle traffic and meteorological data into the Fukuoka Air Management System. Furthermore, dispersion maps from the main fixed sources were predicted using METI-LIS ver2.03 and we can discuss the risk for health of residents in a local area based on these results.

[Key words ; hazardous air pollutants, volatile organic compounds, VOC, PRTR]