

有害大気汚染物質発生源調査及び周辺環境調査

Survey of Generation Source of Hazardous Air Pollutant and the Surrounding Environment

小川 武 佐久間 隆 小泉 俊一
小室 健一 北村 洋子 木戸 一博

Takeshi OGAWA, Takashi SAKUMA, Shun-ichi KOIZUMI
Ken-ichi KOMURO, Yoko KITAMURA, Kazuhiro KIDO

有害大気汚染物質のジクロロメタンを測定対象として、その発生源である工場からの排出口出口、工場敷地境界及び周辺環境でのジクロロメタンの濃度を測定した。それらのデータから求められた排出量は、PRTR データの取扱量に比して少ないものであった。また、拡散計算により環境濃度の推定をしたところ、概ね良好な結果が得られ、今後の調査等に有用であると考えられた。

キーワード：有害大気汚染物質；ジクロロメタン；揮発性有機化合物（VOC）；PRTR；METI-LIS

Key words：hazardous air pollutant；dichloro methane；

volatile organic compound(VOC)；PRTR；METI-LIS

1 はじめに

今後の大気汚染防止の一層の推進を図るためには、有害大気汚染物質取扱い施設からの排出実態や周辺環境に及ぼす影響を的確に把握することが必要である。本調査は、ジクロロメタンの発生源と考えられる工場・事業場について、排出実態、敷地境界における濃度、排出抑制対策及び排出抑制効果等について把握し、今後の大気汚染防止の推進に資することを目的とした。

なお、本調査は平成 21 年度環境省委託事業として実施したものである。

2 方法

2.1 調査対象

測定対象物質にジクロロメタンを選び、発生源の測定対象として O 市にある建材関連製品の製造を行っている Y 事業所を選定した。また、周辺環境として事業所敷地境界と事業所の近隣地点を調査した。

2.1.2 調査日時

調査は 2 回行い、第 1 回目は排出口濃度測定を平成 21 年 10 月 1 日、事業所の敷地境界、周辺環境濃度測定を平成 21 年 10 月 1 日～2 日にかけて実施した。第 2 回目は、排出口濃度測定を平成 21 年 11 月 4 日、敷地境界、周辺環境濃度測定を平成 21 年 11 月 4 日～5 日にかけて実施した。

2.2 調査方法

2.2.1 調査箇所

1) 排出口

対象事業所ではジクロロメタンは断熱材注入機ノズルの洗浄、製品用接着剤の溶剤として用いられている。図 1 にジクロロメタンの発生源 (△) を示した。発生源測定箇所として、断熱材注入ライン (以下、A ライン) に

付設する排気管の出口 1 ヶ所 (排出口高さ 4m)、ラミネート材接着ライン (以下、B ライン) に付設する塗布工程排気管の出口 1 ヶ所 (排出口高さ 12 m) と乾燥工程排気管の出口 1 ヶ所 (排出口高さ 5.1m) を選定した。他に断熱材注入ラインが 2 ヶ所あったが、一つは排気口がなく開放系のため、もう一つは調査時に休止中のため測定しなかった。また、A 及び B ラインからのジクロロメタンの大気への排出量は当該工場における施設全体からの排出量の約 9 割を占めている。

2) 敷地境界

各測定地点 (○) の位置を図 1 に示した。地点名の距離は主煙源である B ラインからのおよその距離を表す。第 1 回調査時は対象工場の 4 方位に敷地境界 4 地点 (敷地 1～敷地 4) で濃度測定を実施した。第 2 回調査時は過去の気象データから北西風の頻度が多かったことから、主発生源である B ラインからのジクロロメタンをとらえ

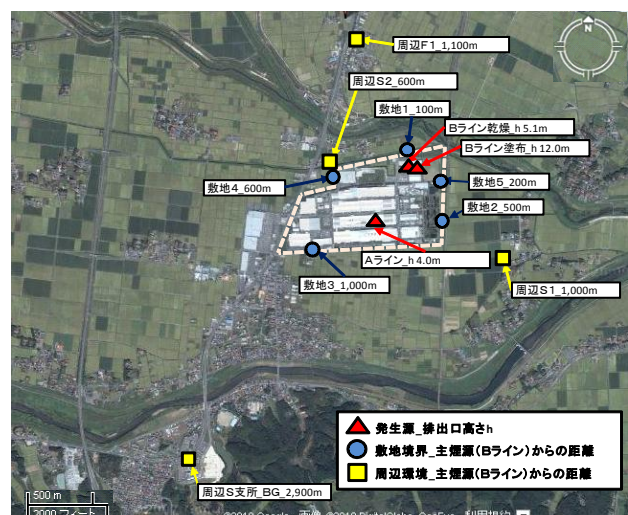


図 1 発生源及び敷地境界、周辺環境濃度測定地点

るため、東側敷地境界に1地点(敷地5)を追加し測定を行った。

3) 周辺環境

各測定地点(□)を図1に示した。事業所の近隣民家3地点とバックグラウンド地点として事業所から南南西へ約3km離れたO市役所S支所を選定した。

2.2.2 試料採取方法及び分析方法

1) 排出口測定

試料採取は「排出ガス中の指定物質の測定方法マニュアル」¹⁾によるバック採取法で行った。アクリル製の吸引ケースの中に容量5Lのポリフッ化ビニル製バッグをつなぎ、密閉した後、さらに、吸引ポンプによりケース内の空気を吸引することにより試料を排出口からバッグ内に採取した。採取試料は実験室に持ち帰り、試料100mlを約2分間で炭素系吸着剤(ORBO91)に吸着させ、2mlの二硫化炭素により抽出後、ガスクロマトグラフ質量分析法(GC/MS法)により分析した。

2) 敷地境界及び周辺環境測定

試料採取は「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」¹⁾による容器採取法で行った。容積6Lのキャニスター容器を用い、約24時間試料を採取した。キャニスター容器に採取した試料は、大気試料濃縮導入装置に導入した後、GC/MS法により分析を行った。

3 結果及び考察

3.1 第1回調査測定結果

3.1.1 排出口測定

測定結果を表1に示した。各測定箇所において、それぞれ3回ずつ測定を実施した。Aラインの排出口の濃度は1.6~3.6 g/Nm³の範囲であり、平均濃度は2.6 g/Nm³であった。排出量(g/時)については、一工程の実稼働時間10分間のうちジクロロメタンの使用が数秒であり濃度にバラツキが出るため、以下のとおり計算した。一工程の試料採取時間3分間の排出ガス量(Nm³/3分間)を求め、次に一時間に行われる6工程を掛け一時間あたりの排ガス量(Nm³/時)を求めた。さらに、この値に平

表1 排出口濃度測定結果

発生源 測定箇所	採取時刻	濃度 (g/Nm ³)	排出 ガス量 (Nm ³ /h)	排出量 (g/h)
Aライン	①11:51	① 1.6	580	1500
	②14:39	② 3.6		
	③15:31	③ 2.7 平均 2.6		
Bライン 乾燥工程	①13:22	① 0.016	190	2300
	②16:08	② 12		
	③16:20	③ 0.17 平均 4.1		
Bライン 塗布工程	①13:45	① 2.0	2000	3600
	②16:00	② 1.6		
	③16:25	③ 0.15 平均 1.2		

注;採取日:平成21年10月1日, 試料採取時間:約3分

均濃度(g/Nm³)を乗じて排出量(g/時)とした。Bライン乾燥工程の濃度は0.016~12.0 g/Nm³の範囲であり、1回目、3回目が低濃度であった。1回目についてはサンプリング時の不具合があったと考えられた。また、3回目は加熱工程が終了した段階での試料であったため低濃度であった。排出量(g/時)は2回目の測定値を用い、濃度(g/Nm³)×排出ガス量(Nm³/時)で算出した。一方、Bライン塗布工程の濃度は0.15~2.0 g/Nm³の範囲であり、3回目は塗布工程が終了した段階での試料であり低濃度であった。排出量(g/時)の算出には1回目、2回目の測定結果の平均濃度(g/Nm³)×排出ガス量(Nm³/時)で算出した。

3.1.2 敷地境界及び周辺環境測定

敷地境界における測定結果を表2に示した。濃度範囲は0.68~54 µg/m³であり、北側及び西側敷地境界で比較的高濃度のジクロロメタンが検出された。一方、周辺環境における測定結果を表3に示した。濃度範囲は0.38~8.7µg/m³であった。また、周辺環境濃度測定時の気象状況について、工場の北北西方向約7.5kmにあるF気象観測所における10月1日~2日の風配図を図2に示した。最多出現風向はSSE(19.4%)で、平均風速は1.9 m/sであった。

表2 敷地境界濃度測定結果

(単位: µg/m³)

測定地点	採取時間	濃度	発生源周辺 全国平均 ²⁾ (最小・最大)
敷地1_北側	10/1 11:07-10/2 10:45	54	3.6 (0.43-110)
敷地2_東側	10/1 10:50-10/2 10:30	1.6	
敷地3_南側	10/1 11:25-10/2 11:00	0.68	
敷地4_西側	10/1 11:19-10/2 10:55	24	

表3 周辺環境濃度測定結果

(単位: µg/m³)

測定地点	採取時間	濃度	一般環境 全国平均 ²⁾ (最小・最大)	FII局
S支所	10/1 9:45-10/2 9:35	0.38	1.9 (0.27-11)	1.5
S1	10/1 10:05-10/2 9:50	0.66		
S2	10/1 12:20-10/2 10:02	8.7		
F1	10/1 12:25-10/2 10:10	2.0		

注: FII局は宮城県的一般環境測定地点(発生源から北東方向約3km)であり、数値は平成20年度モニタリング調査結果である。

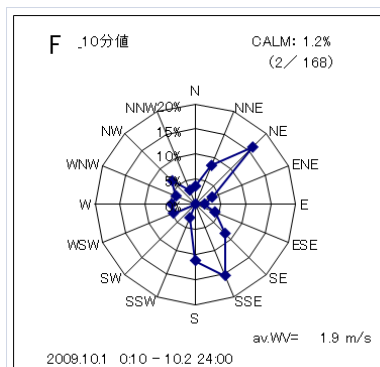


図2 調査期間の風配図(F気象観測所)

3.2 第2回調査測定結果

3.2.1 排出口測定

測定結果を表4に示した。Aラインの排出口の濃度は1.6~3.2 g/Nm³の範囲であり、平均濃度は2.3 g/Nm³であった。Bライン乾燥工程の濃度は7.9~12 g/Nm³の範囲であり、平均濃度は9.8 g/Nm³であった。塗布工程の濃度は0.62~0.86 g/Nm³の範囲であり、平均濃度は0.78 g/Nm³であった。排出量(g/時)について、Aラインは10月と同様の計算で、Bラインは平均濃度(g/Nm³)×排出ガス量(Nm³/時)の計算で求めた。Bライン塗布工程では第1回目と比較し低濃度であった。日変動の要因は、多種類の製品を取り扱っているため、製品によって接着面積等が異なり接着剤の使用量が変動するためと考えられた。

3.2.2 敷地境界及び周辺環境測定

敷地境界における測定結果を表5に示した。濃度範囲は1.9~48 µg/m³であった。北側敷地境界では第1回目と同様比較的高濃度のジクロロメタンが検出された。周辺環境における結果を表6に示した。周辺環境のジクロロメタン24時間平均濃度は0.98~2.1µg/m³であった。

表4 排出口濃度測定結果

発生源測定箇所	採取時刻	濃度 (g/Nm ³)	排出ガス量 (Nm ³ /h)	排出量 (g/h)
Aライン	①10:31	① 3.2	580	1300
	②11:48	② 2.0		
	③13:54	③ 1.6		
		平均 2.3		
Bライン乾燥工程	①10:47	① 7.9	190	1900
	②11:58	② 9.5		
	③14:06	③ 12		
		平均 9.8		
Bライン塗布工程	①11:05	① 0.85	2000	1600
	②13:19	② 0.86		
	③14:19	③ 0.62		
		平均 0.78		

注；採取日:平成21年11月4日，試料採取時間:約3分

表5 敷地境界濃度測定結果 (単位: µg/m³)

測定地点	採取時間	濃度	発生源周辺 全国平均 ²⁾ (最小-最大)
敷地1_北側	11/4 11:39-11/5 10:55	48	
敷地2_東側	11/4 11:17-11/5 10:40	7.3	
敷地3_南側	11/4 12:03-11/5 11:11	1.9	
敷地4_西側	11/4 11:52-11/5 11:06	8.6	
敷地5_東側	11/4 11:27-11/5 10:47	7.4	

表6 周辺環境濃度測定結果 (単位: µg/m³)

測定地点	採取時間	濃度	一般環境 全国平均 ²⁾ (最小-最大)	FII局
S支所	11/4 9:45-11/5 9:52	0.98	1.9 (0.27-11)	1.5
S1	11/4 10:13-11/5 10:06	2.0		
S2	11/4 10:31-11/5 10:17	2.1		
F1	11/4 10:41-11/5 10:25	1.0		

注：FII局は，表3と同様

また，11月4日と5日のF気象観測所における風配図を図5上に示した。F気象観測所の最多出現風向はW(12.8%)で，平均風速は1.5 m/sであった。また，第2回目調査時は4日9時から5日11時まで工場敷地内の北東角に簡易風向風速計を設置し，その風配図を図5下に示した。簡易風向風速計の最多出現風向はSSE(20.8%)で，平均風速は1.0m/sであった。

3.3 発生源の周辺環境への影響等の考察

発生源周辺環境の濃度レベルについては，敷地境界濃度は0.68µg/m³~54µg/m³の濃度範囲であり，参考まで環境基準と比較すると，150µg/m³を下回っていた。しかし，平成20年度全国調査の発生源周辺における平均値3.6µg/m³を超える地点も見られた。10月は南南東寄りの風，北東寄りの風が多く北側，西側敷地境界の濃度が高く，11月は南南東寄りの風が多く北側敷地境界の濃度が高かった。このことから敷地境界の濃度については，風向による発生源からの影響が大きいことが推察された。また，周辺環境濃度測定では，敷地境界と同様に各地点の濃度は環境基準以下であった。全国調査平均値1.9µg/m³と比較し10月の濃度が8.7µg/m³と高い地点が見られたが，工場直近で北側に位置しており，調査時の南南東寄りの風を考慮すれば発生源の影響があったと推察された。

3.3 拡散計算による環境濃度の推定

第2回目の調査結果に基づき，METI-LIS（経済産業省一低煙源工場拡散モデル）を用いて，環境濃度を推定しその適合性を検討した。事業所のジクロロメタン排出量を表7に示したが，ジクロロメタンから他の溶剤に転

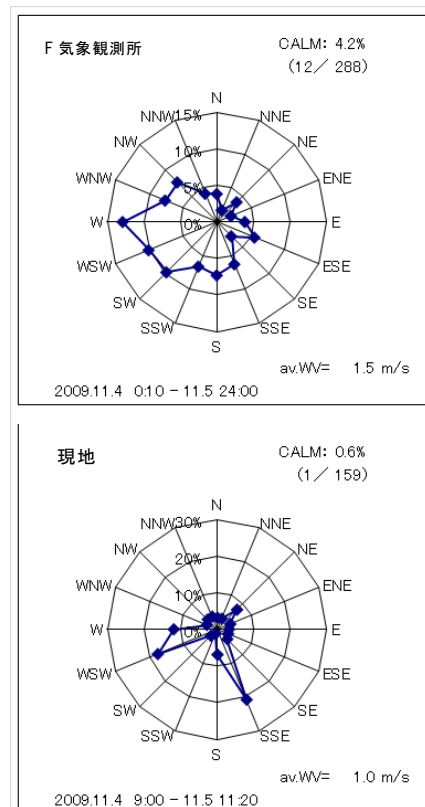


図5 調査機関の風配図（F気象観測所及び現地）

表7 ジクロロメタン排出量

単位:kg/年

	PRTR 届出排出量			Y 事業所推定	実測排出量
	2006 年度	2007 年度	2008 年度	2009/11 時点	2009/11 /4~5
大 気 排出量	65000	43000	36000	23000	7000

注1：値は有効数字2桁に丸めてある。

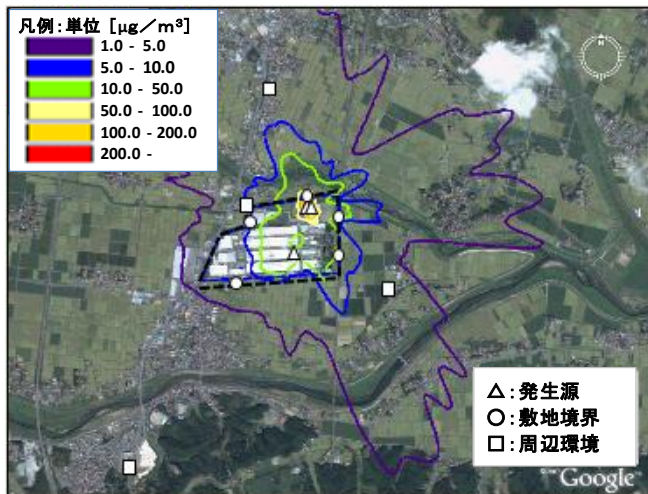


図8 環境濃度推定図

換中であり、排出量は年々減少傾向にある。なお、PRTR届出排出量及び事業所推定大気排出量は、ジクロロメタン取扱量から廃棄物として外部処理委託した量を差し引いた量である。

実態調査による排出量は、事業所が推定した排出量に比し、かなり小さいものであった。その要因としては、①排出されるジクロロメタンは、局所排気装置（フードをつけたファンで吸引）により煙突から排出されるが、その排気装置に吸引されなかったジクロロメタンについて測定しなかったこと。②製造製品の種類がその都度異なる（溶剤の使用量が異なる）とともに、施設の実稼働時間（操業時間 16 時間中約 7 時間稼働）も、不規則かつ断続的なものであったこと。③排ガス及び流速測定のためのサンプリング口がなく、煙突先端で行ったことの3点が考えられた。以上のことから、計算は次の3ケースについて行った。

Case1：実測排出量による

Case2：実測排出量の2倍の排出量による

Case3：事業所推定排出量による

拡散計算の気象データは、事業所敷地の東北角で計測した風向風速（10分値）とアメダスF観測所の気温・日照時間を用いた。事業所敷地での10分値気象データに基づく推定結果として、図8に推定濃度分布を、図9に環境濃度実測値との関係を示す。なお、図9においては、計算結果にバックグラウンド値として0.27µg/m³（平成20年度の有害大気汚染物質モニタリング調査結果²⁾における全国で最小の観測値）を加算している。また、実測排出量の2倍の排出量（実態調査による排出量と事

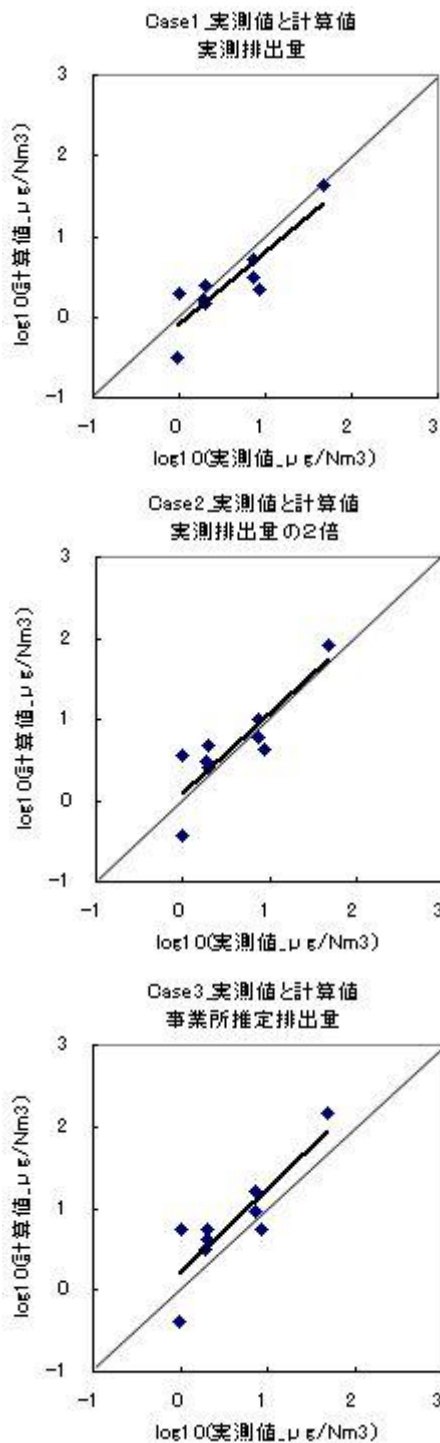


図9 実測値と推定値との関係

業所推定排出量の概ね中間の排出量)においては、回帰線がほぼ図の対角線に近いものであった。

3.4 年間排出量の比較

今回の調査結果から算出したAライン、Bラインのジクロロメタン排出量を表8に示した。実測値による年間排出量(b)は、1時間あたりの排出量(a)×1日あたりの実稼働時間×年間稼働日数で算出した。実測値による年間排出量(b)は2008年PRTRデータの年間大気排出量(c)に対し、Aラインで10月が45%、11月が40%、Bラインで10月が27%、11月が20%であった。また、工場側からの聞き取りから2009年の取扱量は2008年取扱量に比較し約70%であるとの情報が得られたので、

表8 実測値による年間排出量及びPRTR データからの年間排出量

調査時期	製造ライン	測定結果に基づく排出量 (g/h) (連続1時間稼働した場合の排出量) (a)		実測値による年間排出量 (kg/年) 稼働時間は注に記載 (b)	PRTR 報告値_2008年 大気放出量 (kg/年) (c)	比率： 実測値による排出量 / PRTR 届出値による排出量 (d)=(b)/(c)	2009年_事業所 所推定排出量 2008年(c)に 比して70% (kg/年) (e)=(c)×0.7	比率： 実測値による排出量 / 2009年事業所 所推定排出量 (f)=(b)/(e)	
10月	Aライン	1500		1300	2800	0.45	2000	0.64	
	Bライン	乾燥	2300	5900	7800	29000	0.27	21000	0.38
		塗布	3600						
合計	7400		9100	32000	0.28	23000	0.40		
11月	Aライン	1300		1100	2800	0.40	2000	0.57	
	Bライン	乾燥	1900	3400	6000	29000	0.20	21000	0.29
		塗布	1600						
合計	4800		7100	32000	0.22	23000	0.31		

注1：値はPRTR報告値も含め有効数字2桁に丸めてある。

(計算値は四捨五入前の値を用いているため、表の値で計算した計算値と必ずしも一致しない)

注2：稼働日数は年間244日で計算した。

注3：10月の施設稼働時間は、Aライン：3時間25分、Bライン：5時間28分で計算した。

注4：11月の施設稼働時間は、Aライン：3時間25分、Bライン：7時間08分で計算した。

2009年のジクロロメタン取扱推定量(e)に対する比率を求めたところ、断熱注入ラインで10月が64%、11月が57%、木質ラミネートラインで10月が38%、11月が29%であった。

4 まとめ

工場に排ガス処理施設はなく、対象物質は排出口から直接大気中に放出される。排出口濃度測定(施設稼働時)の結果、Aラインでは2回調査の平均濃度に大きな差がなく日変動が少なかった。一方、Bライン塗布工程では11月測定の平均濃度が低く日変動が見られた。また、実測値から当該工場のジクロロメタン年間排出量を推定したところ、Bラインが6.9t/年(平均)、Aラインが1.2t/年(平均)であった。いずれのラインでもPRTRデータと比較し、少ない年間排出量であった。施設によってはジクロロメタンから他の化学物質に切り替えを行っていること、製品の種類によって日変動があることなども

実測値による推定排出量が少ない要因と考えられたが、製造工程が完全な密閉状態でないことなどから工場内に揮発拡散する量も多いと考えられ、排出口のみの濃度測定で大気排出量を推定しPRTR届出値と比較することが難しいこともわかった。さらに、拡散計算による環境濃度の推定では短期間の調査であったが、概ね良好な結果が得られ今後の有害大気汚染物質の調査等に有用であると考えられた。

5 参考文献

- 1) 環境省水・大気環境局大気環境課：有害大気汚染物質測定方法マニュアル・排出ガス中の指定物質の測定方法マニュアル、平成20年10月
- 2) 環境省水・大気環境局大気環境課：平成20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、平成21年12月