

ドライクリーニング工場の排ガス中の テトラクロロエチレン濃度調査結果 —第2報—

Concentration of Tetrachloroethylene in Exhaust Gases from a Cleaning Factory —Part II—

公害検査課大気検査係

1. はじめに

本報告は、平成4年度に環境庁より未規制大気汚染物質規制基準検討調査の委託を受け、テトラクロロエチレンの発生源であるドライクリーニング工場において、工場からの発生量及びその周辺における大気中濃度の調査を実施したものである。

2. 調査期間

2-1 排出口における調査

- (1) 夏期・平成4年10月28日
- (2) 冬期・平成5年2月9日

2-2 一般環境及びバックグラウンドにおける調査

- (1) 平成4年9月29日
- (2) 平成4年10月28日
- (3) 平成4年11月25日
- (4) 平成4年12月10日
- (5) 平成5年1月26日
- (6) 平成5年2月9日

3. 調査対象施設の概要及び測定点

調査を実施した施設は、市内中心部から南東に約6km離れた白石区にあるドライクリーニング工場である。同工場の概要を表1、同工場付近の測定点の概要を表2に示した。

今回の調査における測定点は、工場の道路側と奥側の2カ所のテトラクロロエチレン排出口それぞれにおいては、夏期及び冬期の2回、1日3回の調査を行った。

さらに工場の敷地境界4測定点の内、風上及び風下

表1 ドライクリーニング工場の施設の概要

項目	概 要		
ドライ機	機種名	東洗 TPU60	東洗 TPX60
	処理能力	27kg/回	27kg/回
溶 剤	商品名	パークロールエチレン	
	使用量	300kg/月	
	購入方法	ドラム缶	
	保管方法	屋外に保管	
排 ガ ス	回収装置	低温式溶剤回収装置	
	機種名	クリーンパーク	
排 液 処 理	処理装置	活性炭吸着式排液処理装置	
	機種名	DF-2	
スラッジ等の 処理	保管容器	蓋付きドラム缶	
	処理方法	業者委託	
排 気 筒	位 置	屋上	
	高 さ	地上高13m	

の各々1測定点、敷地境界の延長上100~200m離れた一般環境4測定点のうち、風上及び風下の各々1測定点、バックグラウンド1測定点、合計5測定点を対象とし、平成4年9月から平成5年2月までの6カ月間、毎月1回の調査を行った。

特に排出口では、ダンパーの開放時及び閉鎖時のそれぞれに試料を採取した。

4. 調査方法

4-1 排出口における試料の捕集方法

大気試料の捕集は排出口2測定点において、夏期、

表2 発生源及び周辺、バックグラウンド地域の概要

調査地点	概要
A・ドライクリーニング工場の排出口(道路側) A'・ドライクリーニング工場の排出口(奥側)	工場の東側中央にあり、ドライ洗浄機中のクリーニングの終了した製品を取り出す時、ダンパーの切り替えによりテトラクロロエチレンを排出する。
B・敷地境界	ドライクリーニング工場の北西50mの地点で、自動車整備工場と隣接している。
B'・敷地境界	ドライクリーニング工場の北北西30mの地点で、倉庫と隣接しており、付近をJR函館本線が通っている。
B''・敷地境界	ドライクリーニング工場の南西20mの地点で、建築資材置場、自動車整備工場と隣接している。
B'''・敷地境界	ドライクリーニング工場の南南東20mの地点で、一般住宅と倉庫が隣接している。
C・一般環境	ドライクリーニング工場の西北西200mの地点で、墓地の敷地内である。
C'・一般環境	ドライクリーニング工場の東南東150mの地点で、公園内であり、付近をJR函館本線が通っている。
C''・一般環境	ドライクリーニング工場の南西200mの地点で、公園内であり、付近には一般住宅が密集している。
C'''・一般環境	ドライクリーニング工場の南南東150mの地点で、道路の歩道上であり、付近には、食品会社の倉庫と事務所がある。
D・バックグラウンド地域(芸術の森)	都心部から南に14km離れた森林公園内にあり、付近には屋外美術館等の施設があるだけである。

冬期の2回行った。

捕集方法は20ℓのテドラーバックとエアースンプラー(SIBATA MP-50W)とをシリコンチューブで接続し、1ℓ/分の速度で10分間大気を吸引することにより行った。

試料の採取は、ダンパー開放時、閉鎖時の各々3回繰り返して行った。

4-2 排出口における試料の分析法

分析は、大気汚染物質測定指針-40 テトラクロロエチレン(環境庁大気保全局)に従い、大気試料を捕集したテドラーバック中の大気試料の一定量をガスクロマトグラフを用いて直接ガスクロマトグラフに注入して測定した。

ガスクロマトグラフの分析条件を表3に示す。

表3 ガスクロマトグラフの分析条件

対象試料	排気口で捕集した試料	一般環境で捕集した試料	
カラム充てん剤	15%silicon DC-550(Chromosorb WAW-DMCS)		
分析カラム	内径3mm×長さ2m		
温度	カラム恒温槽	80℃	
	注入口	200℃	
	検出器	250℃	
キャリアーガス及び流量	N ₂ 50ml/min.		
検出器	FID	ECD	
試料量	0.1~2.5ml	1μℓ	

検量線は、テトラクロロエチレン標準溶液(1ml中にテトラクロロエチレン0.05μgを含むn-ヘキサン溶液)の1~5μℓを段階的にガスクロマトグラフに注入して、それぞれの濃度におけるピーク高さを求めた。

この結果を用いて検量線を作成し、この検量線から大気試料中のテトラクロロエチレンC(μg/m³)を算出した。

$$C(\mu\text{g}/\text{m}^3) = W \times \frac{1}{V \times \frac{273+20}{273+t}}$$

ここに、

W: 試料中のテトラクロロエチレンの量 (ng)

C: 試料中のテトラクロロエチレン濃度 (μg/m³)

V: 試料採気量 (ℓ)

t: 試料採取時の平均気温 (°C)

4-3 一般環境及びバックグラウンドにおける試料の捕集方法

大気試料の捕集は、工場の敷地境界及び一般環境各々4測定点のうち、排出口の風上及び風下各々1測定点計4測定点とバックグラウンド1測定点、合計5測定点で毎月1回行った。

捕集方法は、活性炭(Carbosieve G, 60-80メッシュ, SUPELCO社製)100mgをガラス管(内径4mm, 長さ200mm)に充填したカラムを作製し、これをエアースンプラーとシリコンチューブを用いて接続し、1ℓ/分の速度で60分間大気を吸引した。

試料を採取したカラムから活性炭を取り出し、10mlのトルエン(高速液体クロマトグラフ用)をいれた共栓付き試験管に入れ、数回振り混ぜたのち1時間放

置し、上澄みをガスクロマトグラフ用試料とした。

4-4 一般環境及びバックグラウンドにおける試料の分析方法

分析は、大気試料を捕集した活性炭中のテトラクロロエチレンをトルエンで抽出し、トルエンの一定量をマイクロシリンジを用いて、ガスクロマトグラフに注入することにより行った。

検量線は、テトラクロロエチレン（試薬特級）4 μ lをマイクロシリンジに取り、あらかじめトルエン100mlを入れた100ml共栓付試験管に段階的にいれ、検量線用標準液とした。

検量線用標準液及び試料溶液のそれぞれ1 μ lをガスクロマトグラフに注入し、ピーク高さからテトラクロロエチレン濃度を求めた。

この結果を用いて検量線を作成し、大気試料中のテトラクロロエチレン（ μ g/m³）を算出した。

4-6 気象条件等の測定方法

敷地境界及び一般環境の測定点を決めるため、テトラクロロエチレンの測定と並行して、気象条件の調査を行った。

気象条件のうち、気温・湿度はアスマン通風乾湿度計を用い、風向・風速は風向風速計を用いて測定した。

5. 調査結果

5-1 排出口における調査結果

排出口におけるテトラクロロエチレン濃度の調査結果を表4-1（夏期）、表4-2（冬期）に示す。

ここで、検出限界を10 μ g/m³（0.05ng、V=0.005 ℓ ）とする。

夏期の測定結果は、道路側の排出口Aでダンパー開放時に2,900~4,800mg/m³、閉鎖時に180~1,900mg/m³、奥側の排出口A'ではダンパーの開放時に4,500~5,500mg/m³、ダンパー閉鎖時には7~1,800mg/m³であった。

冬期の測定結果は、排出口Aでダンパー開放時に1,700~3,800mg/m³、閉鎖時に120~1,800mg/m³、排出口A'ではダンパー開放時に530~2,500mg/m³、閉鎖時に84~330mg/m³であった。

それぞれの排出口について、ダンパー開放時と閉鎖時の濃度の平均値の比は、夏期、冬期ともに、排出口Aでは4、排出口A'では6~7と一定であった。

表4-1 有機塩素化合物規制基準検討調査結果（その1）

試料採取年月日	平成4年10月28日		
気象条件	時間	10:00	14:30
	天候	晴	
	温度	14.2℃	15.2℃
	湿度	57%	59%
	風向	NE	E
	風速	0.8m/sec	0.8m/sec

測定地点	測定時刻	濃度 mg/m ³	排出量 mg/hr	
ダンパー開放時	排出口A	1回目 13:50~14:00	2,900	9,000
		2回目 14:40~14:50	4,200	13,000
		3回目 15:20~15:30	4,800	15,000
		幾何平均値	3,900	12,000
ダンパー開放時	排出口A'	1回目 13:50~14:00	5,100	28,000
		2回目 14:40~14:50	4,500	25,000
		3回目 15:20~15:30	5,500	30,000
		幾何平均値	5,000	28,000
ダンパー閉鎖時	排出口A	1回目 13:30~13:40	180	320
		2回目 14:20~14:30	780	1,400
		3回目 15:00~15:10	1,900	3,400
		幾何平均値	640	1,200
	排出口A'	1回目 13:30~13:40	7	12
		2回目 14:20~14:30	420	740
		3回目 15:00~15:10	1,800	3,200
幾何平均値	170	310		

5-2 一般環境及びバックグラウンドにおける調査結果

敷地境界及び一般環境における調査結果を表5-1から表5-6に示す。

ここで、検出限界を0.1 μ g/m³とする。

敷地境界及び一般環境では、風下が風上に対して高い値を示し、敷地境界では0.24~4,200 μ g/m³の濃度範囲であり、一般環境では0.20~34.5 μ g/m³の範囲であった。

また、バックグラウンド地域におけるテトラクロロエチレン濃度は、いずれも検出限界以下、またはごく低い値であった。

このことから、発生源から排出された排気中には、数mgから数gオーダーの高濃度のテトラクロロエチレンを含んでおり、そのテトラクロロエチレンは風の影響を受け、大部分が発生源の風下に移動することが

表4-2 有機塩素化合物規制基準検討調査結果
(その2)

試料採取年月日	平成5年2月9日		
気象条件	時間	10:00	14:30
	天候	晴	
	温度	-2.0℃	-3.8℃
	湿度	61%	48%
	風向	NW	NNW
	風速	2.1m/sec	0.8m/sec

測定地点	測定時刻	濃度 mg/m ³	排出量 mg/hr
ダンパー開放時 排出口A	1回目 11:30~11:40	3,800	12,000
	2回目 13:30~13:40	-	-
	3回目 14:10~14:20	1,700	5,300
	幾何平均値	2,500	8,000
排出口A'	1回目 11:30~11:40	2,500	14,000
	2回目 13:30~13:40	530	2,900
	3回目 14:10~14:20	610	3,300
	幾何平均値	930	5,100
ダンパー閉鎖時 排出口A	1回目 11:20~11:30	260	460
	2回目 13:20~13:30	120	210
	3回目 14:00~14:10	1,800	3,200
	幾何平均値	380	680
排出口A'	1回目 11:20~11:30	230	410
	2回目 13:20~13:30	84	150
	3回目 14:00~14:10	330	590
	幾何平均値	190	330

判った。

さらに、排出口からの排出量を算出するにあたっては次式で計算した。

排出量 = 濃度 × 排出口の断面積 × 送風量
(風速の実測値の積分値)

今回調査を実施した施設では、ドライ機から製品を取り出すときに、ドライ機内に充満している排ガスはファンによりダクトに流れ、低温回収される。しかし、回収装置では完全に回収されず、一部は大気中に排出される。この排出時間は1.5分であり、その排気速度の実測値は1~3ℓ/secであった。

6. まとめ

「未規制大気汚染物質規制基準検討調査」の一環として、環境庁の委託を受け、ドライクリーニング工場の排出口及びその周辺における大気中のテトラクロロエ

表5-1 有機塩素化合物規制基準検討調査結果
(その1)

試料採取年月日	平成4年9月29日		
気象条件	時間	10:00	14:30
	天候	くもり	
	温度	14.5℃	15.6℃
	湿度	65%	63%
	風向	E	E
	風速	1.1m/sec	2.9m/sec

測定地点	1回目 (10:00~11:00)	2回目 (14:00~15:00)	幾何平均
敷地境界	風上 B''' 12.5	B''' 29.8	19.3
	風下 B'' 220	B'' 330	270
	幾何平均		72.1
一般環境	風上 C' 0.30	C' 0.74	0.47
	風下 C 0.46	C 4.47	1.43
	幾何平均		0.82
バックグラウンド	<0.10	<0.10	0.05

注) 測定値のB、B''等は測定点を示す。単位: μg/m³
検出限界値以下は<0.10で表し、幾何平均値を求めるときには<0.10を検出限界値の1/2の0.05として計算した。

表5-2 有機塩素化合物規制基準検討調査結果
(その2)

試料採取年月日	平成4年10月28日		
気象条件	時間	10:00	14:30
	天候	晴	
	温度	14.2℃	15.2℃
	湿度	57%	59%
	風向	NE	E
	風速	0.8m/sec	0.8m/sec

測定地点	1回目 (10:00~11:00)	2回目 (14:00~15:00)	幾何平均
敷地境界	風上 B 10.7	B 14.2	12.3
	風下 B''' 203	B''' 21.6	66.2
	幾何平均		28.1
一般環境	風上 C' 0.42	C' 0.20	0.29
	風下 C''' 0.81	C''' 0.17	0.37
	幾何平均		0.33
バックグラウンド	<0.10	<0.10	0.05

注) 測定値のB、B''等は測定点を示す。単位: μg/m³
検出限界値以下は<0.10で表し、幾何平均値を求めるときには<0.10を検出限界値の1/2の0.05として計算した。

表 5-3 有機塩素化合物規制基準検討調査結果
(その 3)

試料採取年月日	平成 4 年 11 月 25 日		
気象条件	時間	10:00	14:30
	天候	晴	
	温度	6.8℃	5.2℃
	湿度	52%	51%
	風向	NNW	NW
	風速	0.7m/sec	2.0m/sec

測定地点		1 回目 (10:00~11:00)	2 回目 (14:00~15:00)	幾何平均
敷地境界	風上	B 0.24	B'' 0.81	0.44
	風下	B'' 4,200	B'' 3,800	4,000
	幾何平均			42.0
一般環境	風上	C' 0.46	C' 0.56	0.51
	風下	C 1.29	C 2.39	1.76
	幾何平均			0.95
バックグラウンド		0.64	0.69	0.66

注) 測定値の B, B''等は測定点を示す。 単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$
検出限界値以下は <0.10 で表し、幾何平均値を求めるときには <0.10 を検出限界値の $1/2$ の 0.05 として計算した。

表 5-5 有機塩素化合物規制基準検討調査結果
(その 5)

試料採取年月日	平成 4 年 1 月 26 日		
気象条件	時間	10:00	14:30
	天候	晴	
	温度	1.6℃	1.8℃
	湿度	75%	73%
	風向	E	SE
	風速	1.8m/sec	1.6m/sec

測定地点		1 回目 (10:00~11:00)	2 回目 (14:00~15:00)	幾何平均
敷地境界	風上	B'' 24.4	B'' 7.99	14.0
	風下	B'' 95.2	B'' 8.98	29.2
	幾何平均			20.2
一般環境	風上	C' 0.55	C' 0.82	0.67
	風下	C 0.46	C 0.25	0.34
	幾何平均			0.48
バックグラウンド		0.24	0.28	0.26

注) 測定値の B, B''等は測定点を示す。 単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$
検出限界値以下は <0.10 で表し、幾何平均値を求めるときには <0.10 を検出限界値の $1/2$ の 0.05 として計算した。

表 5-4 有機塩素化合物規制基準検討調査結果
(その 4)

試料採取年月日	平成 4 年 12 月 10 日		
気象条件	時間	10:00	14:30
	天候	くもりのち雨	
	温度	3.5℃	7.0℃
	湿度	79%	81%
	風向	SSE	E
	風速	0.7m/sec	1.9m/sec

測定地点		1 回目 (10:00~11:00)	2 回目 (14:00~15:00)	幾何平均
敷地境界	風上	B'' 14.0	B'' 4.37	7.82
	風下	B 6.86	B 20.8	11.9
	幾何平均			9.65
一般環境	風上	C'' 1.28	C'' 9.30	3.45
	風下	C 34.5	C 5.72	14.0
	幾何平均			6.95
バックグラウンド		<0.10	<0.10	0.05

注) 測定値の B, B''等は測定点を示す。 単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$
検出限界値以下は <0.10 で表し、幾何平均値を求めるときには <0.10 を検出限界値の $1/2$ の 0.05 として計算した。

表 5-6 有機塩素化合物規制基準検討調査結果
(その 6)

試料採取年月日	平成 5 年 2 月 9 日		
気象条件	時間	10:00	14:30
	天候	晴	
	温度	-2.0℃	-3.8℃
	湿度	61%	48%
	風向	NW	NNW
	風速	2.1m/sec	0.8m/sec

測定地点		1 回目 (10:00~11:00)	2 回目 (14:00~15:00)	幾何平均
敷地境界	風上	B 2.14	B 0.64	1.17
	風下	B'' 3,700	B'' 1,600	2,400
	幾何平均			53.0
一般環境	風上	C 2.02	C 4.47	0.97
	風下	C'' 9.68	C'' 10.4	10.0
	幾何平均			3.11
バックグラウンド		<0.10	0.22	0.15

注) 測定値の B, B''等は測定点を示す。 単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$
検出限界値以下は <0.10 で表し、幾何平均値を求めるときには <0.10 を検出限界値の $1/2$ の 0.05 として計算した。

チレン濃度調査を実施した。

この結果、ドライクリーニング工場から排出されるテトラクロロエチレンは、夏期・冬期とも数mgから数十mgの濃度であり、発生源の風下では一般環境中でも数百 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ オーダーの濃度を示した。

しかし、風上では夏期・冬期のいずれにおいても、敷地境界及び一般環境のテトラクロロエチレンは数 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と低い濃度であった。

また、排気口からの排出量を算出したところ、数mgのオーダーであった。