

クロロベンゼン

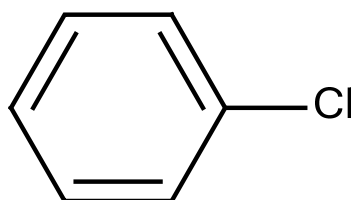
Chlorobenzene

別名：モノクロロベンゼン、塩化フェニル、塩化ベンゼン

MCB、クロルベンゾール、モノクロルベンゼン

Benzenechloride

【対象物質の構造】



CAS 番号：108-90-7

分子式：C₆H₅Cl

【物理化学的性状】

分子量	モライトビ [°] ック 質量	沸点	融点	比重	蒸気圧	溶解性	log P _{ow}
112.55	112.0079	131.72°C ¹⁾	-45°C ⁶⁾	1.1058 (20°C) ¹⁾	1.33 kPa (22.2°C) ¹⁾	0.0495 % (10°C) ¹⁾	2.84 ¹⁾

【毒性、用途】

【実験動物に対する急性毒性情報】

ラット（吸入）LC₅₀：13,870 mg/m³（6 時間）⁴⁾

ラット（経口）LD₅₀：1,427～3,400 mg/kg⁴⁾

【用途】

トリフェニルホスフィン（有機合成反応触媒）・フェニルシラン、チオフェノール（農・医薬中間体）等の合成原料、ウレタン原料（メチレンジフェニルジイソシアネート）の有機合成反応の溶剤、農薬補助剤、塗料・インキ溶剤、電子機器洗浄剤⁵⁾

出典：

- 1) Lide, D.R.(ed), CRC Handbook of Chemistry and Physics
- 2) International Chemical Safety Cards ICSC0642
- 3) PRTR 排出量等算出マニュアル 第3版
- 4) 独立行政法人製品評価技術基盤機構：化学物質総合情報提供システム (CHRIIP) (<http://www.safe.nite.go.jp/japan/db.html>)
- 5) NITE 初期リスク評価書
- 6) Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, 2nd Ed. (1983) Van Nostrand Reinhold

§1 分 析 法

(1) 分析法の概要

内面を不活性化処理したステンレス製試料採取容器（Canister、内容積 6 L）に大気試料を一定流量で 24 時間連続採取した後、試験室に持ち帰り、超高純度窒素を用いて加圧する。自動試料濃縮装置を用いて内標準物質を添加し、低温濃縮・加熱脱離して GC/MS に導入し、SCAN モードで分析する。

(2) 試薬・器具

【試薬】

有害大気汚染物質測定用標準ガス	： 高千穂化学工業 1ppm 51 成分
内部標準ガス 3 成分混合	： 住友精化製 10ppb （フルオロベンゼン、トルエン- d_8 、 クロロベンゼン- d_5 ）
純窒素	： 純度 99.99995%以上
純ヘリウム	： 純度 99.9999%以上
液体窒素	

【器具】

試料採取容器洗浄装置	： GL サイエンス製 CCS-3Au
ステンレス製試料採取容器	： GL サイエンス製 S-can
パッシブキャニスターサンプラー	： GL サイエンス製 PCS363
超純水製造装置	： Advantec 製 RFU565DA

【標準ガスの調製】

〔検量線作成用標準ガス〕

あらかじめ洗浄、減圧した3個のCanisterにシリンジで精製水を100 μL程度注入する。有害大気汚染物質測定用標準ガス(1ppmv)をガスタイトシリンジを用いてそれぞれ3.75 mL、7.5 mL、15 mL注入し、加湿した超高純度窒素ガスで253 kPaまで加圧し、250pptv、500pptv、1000pptvの希釈標準ガスを調製する。

1000pptvの希釈標準ガスから圧希釈法により、25pptv、50pptv、100pptvの希釈標準ガスを調製する。

同様に100pptvの希釈標準ガスから圧希釈法により、2.5pptv、5pptv、10pptvの希釈標準ガスを調製する。

〔内標準ガス〕

内標準ガス(10ppbv)から圧希釈法により、1000pptvの希釈内標準ガスを調製する。

(3)分析法

【試料の捕集方法及び保存】

試料採取には、あらかじめ13 Pa以下に減圧したCanisterを用い、毎分3.0 mLに調整したパッシブキャニスターサンプラーを接続して、Canisterのバルブを開き、24時間大気試料を採取する。試料採取したCanisterを試験室に持ち帰り、温度が均一になるまで放置した後、速やかに試料の前処理を行う。

【試料の前処理】

試料採取後温度が均一になるまで放置した後、内圧を正確に測定する(加圧前圧力 p_1)。超高純度窒素を用いて2倍程度(約170 kPa)になるまで加圧希釈し、加圧後の圧力を正確に測定する(加圧後圧力 P_2)。

加圧前後の圧力の比(P_2/p_1)から希釈率を求める。なお、圧力計のメーカーや種類によって圧力単位が異なることがあるので加圧前後の圧力単位をそろえて希釈率を算出するよう留意する。

【空試験試料の調製】

あらかじめ洗浄、減圧したCanisterを【標準ガスの調製】と同様の操作で超高純度窒素を用いて170 kPa程度まで加圧したCanisterを空試験試料とする。

【測定】

大気試料を採取し、加圧希釈したCanisterを自動試料濃縮装置に接続し、試料の500 mLを濃縮する。調製した内標準ガス(1000pptv)100 mLも同時に濃縮し、

濃縮装置のプログラムに従い、加熱・脱離して測定対象成分を GC/MS へ導入する。

〔低温濃縮装置設定条件〕

使用機種	: AutoCan Tekmar 製
Line Temp	: 150°C
Valve Temp	: 150°C
MCS Line Temp	: 40°C
Trap Standby Temp	: 50°C
Cryo Standby Temp	: 130°C
MFC Standby Temp	: 20°C
Trap Cool Temp	: -100°C
MFC Transfer Flow	: 65 mL/min
DryPurge Time	: 3 min
DryPurge Temp	: -10°C
DryPurge Flow	: 20 mL/min
Desorb Preheat Temp	: -10°C
Trap Desorb Time	: 5 min
Cryo Cool Temp	: -185°C
Cry Inject Tmie	: 2 min
Cryo Inject Temp	: 200°C
Trap Bake Time	: 10 min
Trap Bake Temp	: 240°C
MCS Bake Temp	: 240°C

〔GC/MS 測定条件〕

使用機種	： GC： 6890N Agilent 製
	： MS： JMS-Q1000GC K9 日本電子製
カラム	： AQUATIC (60 m × 0.25 mm × 1.00 μm) GL サイエンス製
昇温条件	： 40°C (0 min) → 3.5°C/min → 80°C (4 min) → 6°C/min → 120°C (0 min) → 15°C/min → 200°C (10 min)
注入法	： 全量注入
キャリアーガス	： ヘリウム、カラムヘッド圧 140 kPa
インターフェース温度	： 200°C
イオン源温度	： 200°C
イオン化法	： EI
測定モード	： SCAN (29 – 250)
モニターイオン	： クロロベンゼン m/z 112 定量用 m/z 114 確認用 ： クロロベンゼン- d_5 m/z 117 定量用 m/z 119 確認用

〔検量線〕

【標準ガスの調製】により調製した 2.5pptv (12.5 ng/m³) から 1000pptv (5025 ng/m³) の希釈標準ガス各々 500 mL 及び内標準ガス 100 mL を自動試料濃縮装置へトラップし、【GC/MS 測定条件】に従って測定を行う。対象物質と内標準物質の濃度比及びピーク面積比から検量線を作成する。

〔定量〕

2 倍程度に希釈した大気試料の 500 mL 及び内標準ガス 100 mL を自動試料濃縮装置へトラップし、【GC/MS 測定条件】に従って測定を行う。試料のピーク面積と内標準物質のピーク面積の比から濃度を求める。

〔濃度の算出〕

試料中の濃度 C (ng/m³) は次式により算出する。

$$C = \frac{n \times (A_s - A_t) \times 112.55 \times v_1 \times 10^3 \times (273 + t) \times 101.3}{22.4 \times v_2 \times 293 \times P}$$

- C : 20°C における大気中の対象物質の濃度 (ng/m³)
 A_s : 濃縮した試料中の対象物質の濃度 (pptv)
 A_t : 対象物質のトラベルブランク値 (pptv)
 操作ブランクと同等とみなせる場合は操作ブランク値を用いる
 v_1 : 検量線作成時の標準ガス濃縮量 (mL)
 v_2 : 分析に供した試料の濃縮量 (mL)
 n : 希釈倍率 (加圧採取法の場合は $n = 1$)
 t : 試料分析時における分析室室温 (°C)
 P : 試料分析時における分析室大気圧 (kPa)

〔装置検出下限値 (IDL)〕 (注 1)

本分析に用いた GC/MS の IDL を表 1 に示す。

表 1 IDL の算出結果

物質	IDL (pg)	試料換算値 (ng/m ³)
クロロベンゼン	0.80	1.6

〔測定方法の検出下限値 (MDL)及び定量下限値 (MQL)〕 (注 2)

本測定方法における MDL 及び MQL を表 2 に示す。

表 2 MDL 及び MQL の算出結果

物質	試料量 (mL)	MDL (ng/m ³)	MQL (ng/m ³)
クロロベンゼン	500	2.0	5.2

注 解

(注 1) IDL は環境省「化学物質環境実態調査実施の手引き」(平成 21 年 3 月)に従って表 3 のとおり算出した。IDL 測定時のクロマトグラムを図 1 に示す。

表 3 IDL の算出結果

物質名	クロロベンゼン
試料	大気
注入濃度 (ng/m ³)	12.5
試料濃縮量 (mL)	500
注入量 (pg)	6.25
結果 1 (pg)	6.03
結果 2 (pg)	6.01
結果 3 (pg)	5.90
結果 4 (pg)	6.51
結果 5 (pg)	6.26
結果 6 (pg)	6.22
結果 7 (pg)	6.26
平均値 (pg)	6.170
標準偏差 (pg)	0.205
IDL (pg) *	0.80
IDL 試料換算値 (ng/m ³)	1.6
S/N	24
CV (%)	3.3

*: $IDL = t(n-1, 0.05) \times \sigma_{n-1} \times 2$

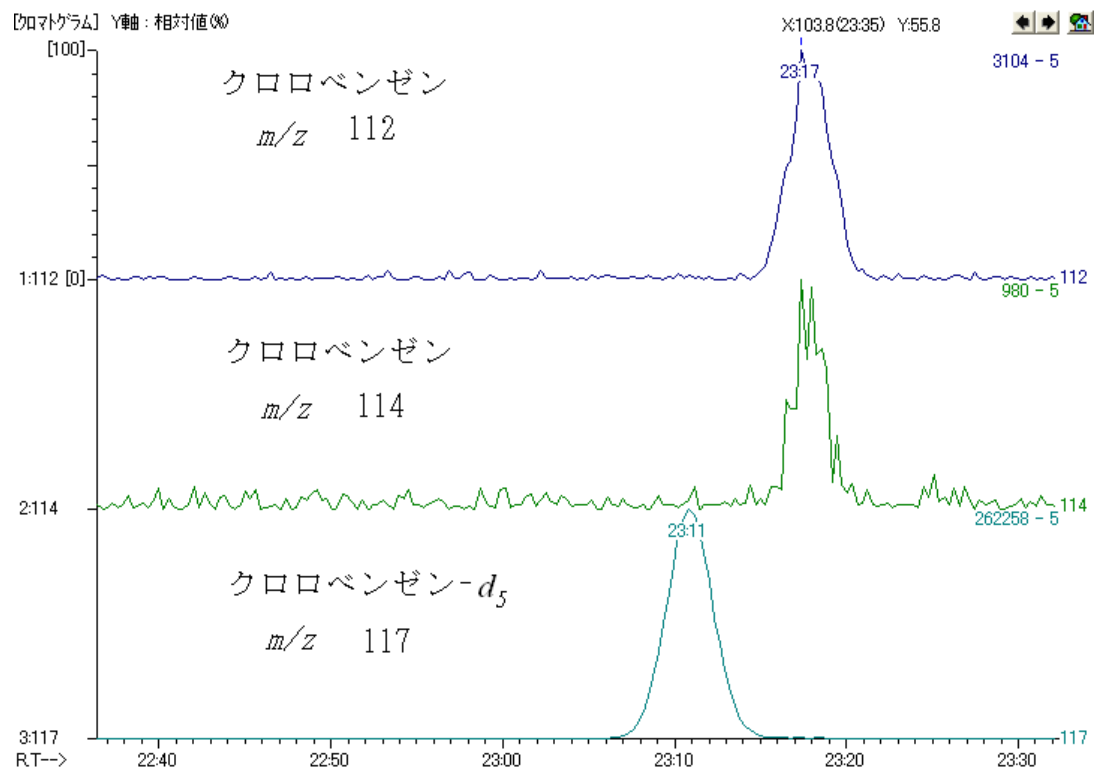


図1 IDL (12.5 ng/m³) 測定時のクロマトグラム

(注 2) 環境試料中よりクロロベンゼンが検出されたため、標準添加を行わずに MDL 及び MQL を、「化学物質環境実態調査実施の手引き」（平成 21 年 3 月）に従って表 4 のとおり算出した。MDL 測定時のクロマトグラムを図 2 に示す。

表 4 MDL 及び MQL の算出結果

物質名	クロロベンゼン
試料	大気
試料濃縮量 (mL)	500
平均希釈率	2.05
標準添加量	0
操作ブランク平均 (ng/m ³) * ¹	ND
結果 1 (ng/m ³)	3.98
結果 2 (ng/m ³)	4.83
結果 3 (ng/m ³)	4.91
結果 4 (ng/m ³)	5.10
結果 5 (ng/m ³)	4.40
結果 6 (ng/m ³)	4.67
結果 7 (ng/m ³)	5.62
平均値 (ng/m ³)	4.787
標準偏差 (ng/m ³)	0.520
MDL (ng/m ³) * ²	2.0
MQL (ng/m ³) * ³	5.2
S/N	11
CV (%)	11

*1: 試料マトリックスのみが無い状態で他は同様の操作を行い測定した値の平均値 (n = 7)

*2: $MDL = t(n-1, 0.05) \times \sigma_{n-1} \times 2$

*3: $MQL = \sigma_{n-1} \times 10$

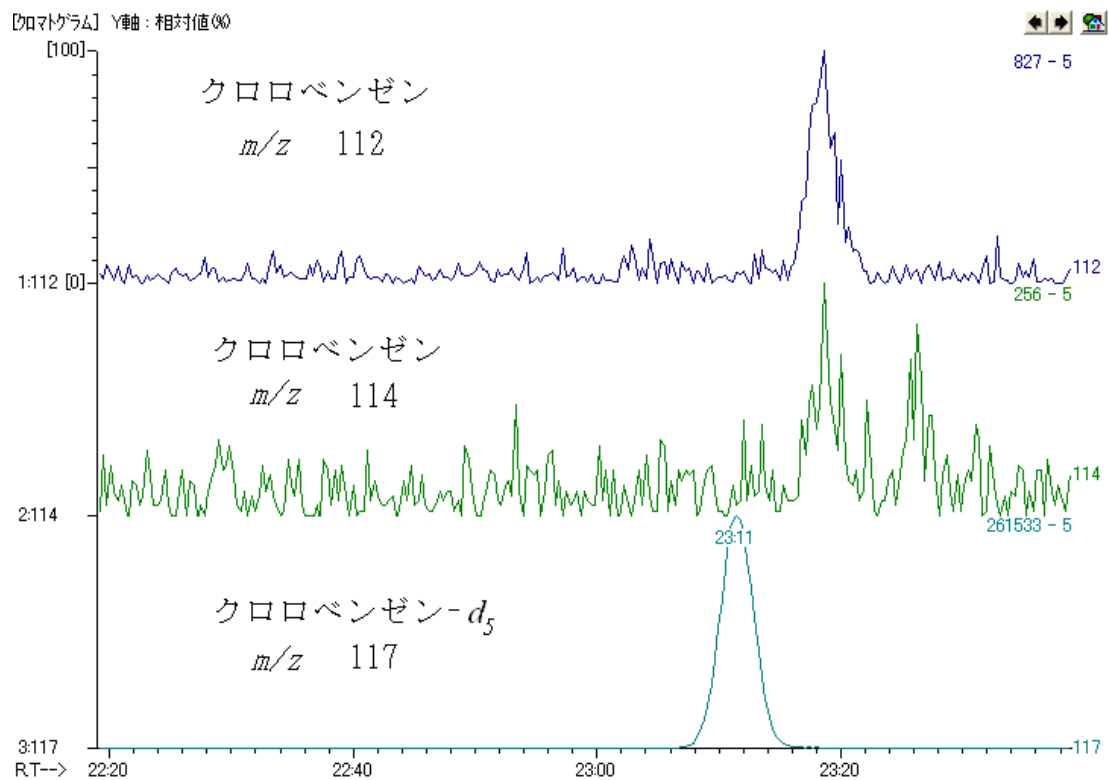


図2 MDL 測定時のクロマトグラム

§2 解 説

【分析法】

〔フローチャート〕

キャニスターを用いて、大気試料を一定の流速で24時間採取し、加湿した高純度窒素ガスで加圧後、GC/MSで分析する。

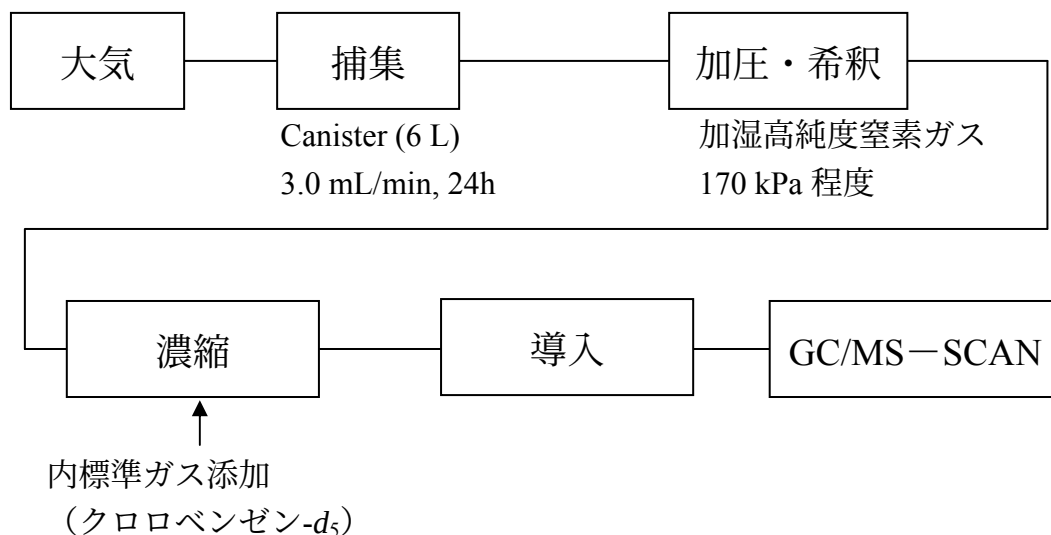


図3 分析法のフローチャート

〔検量線〕

【標準ガスの調製】により調製した検量線用希釈標準ガスを用いて2.5pptv から50pptvの低濃度領域、及び50pptv から1000pptvの高濃度領域について検量線を作成した。その結果を以下に示す。

表5 検量線作成用データ（低濃度領域）

標準ガス濃度 (pptv)(Cs)	濃度比	応答値		応答比 (As/Ais)
		クロロベンゼン (As)(m/z 112)	クロロベンゼン-d ₅ (Ais)(m/z 117)	
2.5	0.0025	20102	1481818	0.0136
5.0	0.0050	41131	1485982	0.0277
10	0.010	83691	1491748	0.0561
25	0.025	222582	1500250	0.1484
50	0.050	435819	1505521	0.2895

内標準物質濃度：1000pptv (Cis)

表 6 検量線作成用データ（高濃度領域）

標準ガス濃度 (pptv)(Cs)	濃度比	応答値		応答比 (As/Ais)
		クロロベンゼン (As)(m/z 112)	クロロベンゼン-d ₅ (Ais)(m/z 117)	
50	0.050	435819	1505521	0.2895
100	0.10	866569	1506981	0.5750
250	0.25	2144546	1510472	1.4198
500	0.50	4357885	1519961	2.8671
1000	1.0	8798453	1526506	5.7638

内標準物質濃度：1000pptv (Cis)

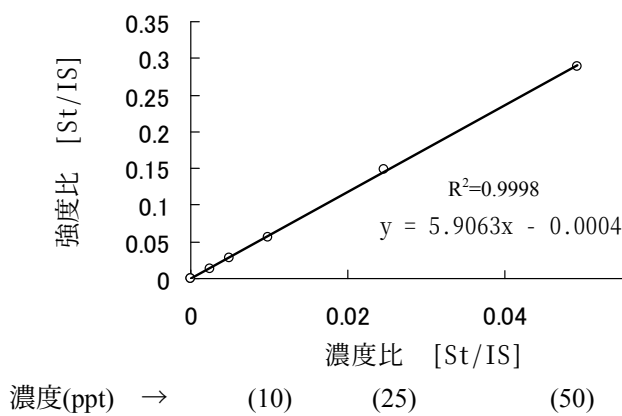


図 4 低濃度領域の検量線
(2.5pptv ~ 50pptv)

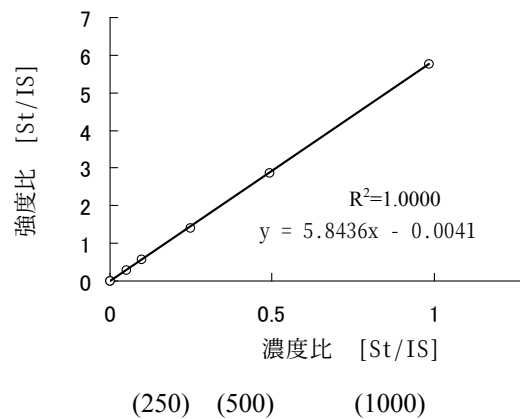


図 5 高濃度領域の検量線
(50pptv ~ 1000pptv)

〔マススペクトル〕

標準物質のマススペクトルを以下に示す。

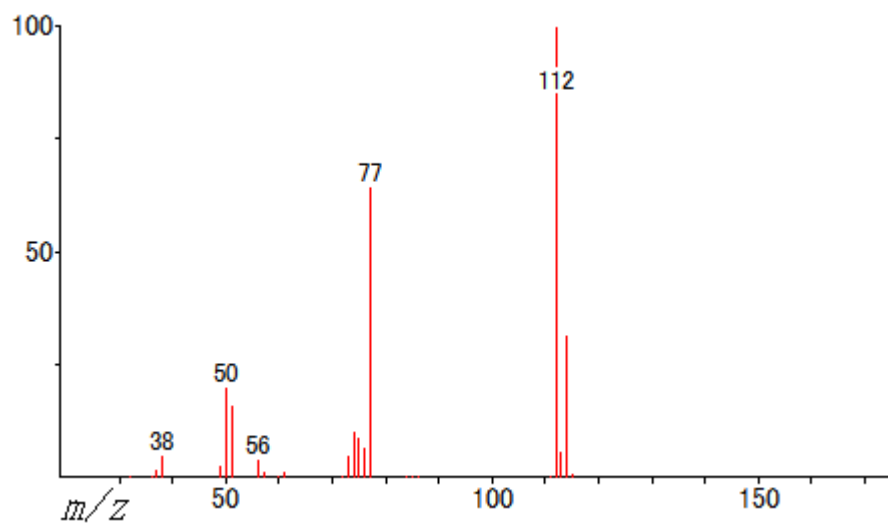


図6 クロロベンゼンのマススペクトル

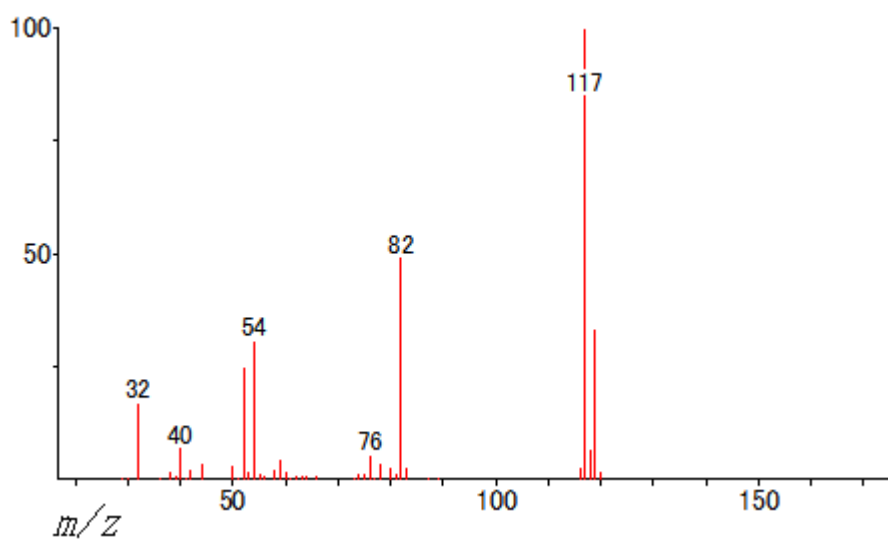


図7 クロロベンゼン- d_5 のマススペクトル

〔操作ブランク〕

操作ブランク試験の結果は不検出であった。

〔添加回収試験〕

同日同地点にて洗浄した Canister を用いて 3.0 mL/min で 24 時間環境大気試料を 6 試料採取した。これに希釈標準ガス（加圧後の添加濃度が 12.5 ng/m³ に相当）を添加し加圧したもの 5 試料と、希釈標準ガスを添加せず加圧したもの 1 試料を測定した。それぞれの定量値を希釈率で除した値（ここでは検出濃度と表記する）から添加回収率を求めた。結果を以下に示す。無添加の試料からは 3.5 ng/m³ のクロロベンゼンが検出された。

表 7 添加回収試験結果

試料	添加濃度 (ng/m ³)	検出濃度 (ng/m ³)	回収率 (%)
	0	3.52	-
晴れ	12.5	14.3	87
気温 11 ～ 20°C	12.5	15.7	98
湿度 80%	12.5	14.7	89
	12.5	14.7	89
	12.5	13.7	82
		平均	89.0
		変動係数 (%)	6.5

〔保存性試験〕

洗浄した Canister を用いて同日同地点にて 3.0 mL/min で 24 時間環境大気試料を 5 試料採取し、希釈標準ガス（加圧後の添加濃度が 12.5 ng/m³ に相当）を添加し加圧後、常温にて保存し、添加当日、7 日後、14 日後の濃度を測定した。結果は表 8 に示すとおり、常温では 14 日後でも濃度の低下は見られなかった。

表 8 保存性試験結果

試料	当日	7 日後	14 日後
クロロベンゼン	100	101	105

※当日の分析値を 100%として平均値で表示(n = 5)

〔内標準物質の検討〕

環境省大気保全局大気規制課：有害大気汚染物質測定マニュアル（平成 9 年 2 月）では、容器採取法の分析における内標準物質の使用について、フルオロベンゼン、トルエン- d_8 、クロロベンゼン- d_5 の 3 種類を例示している。この 3 物質についてクロマトグラムを図 8 に示す。

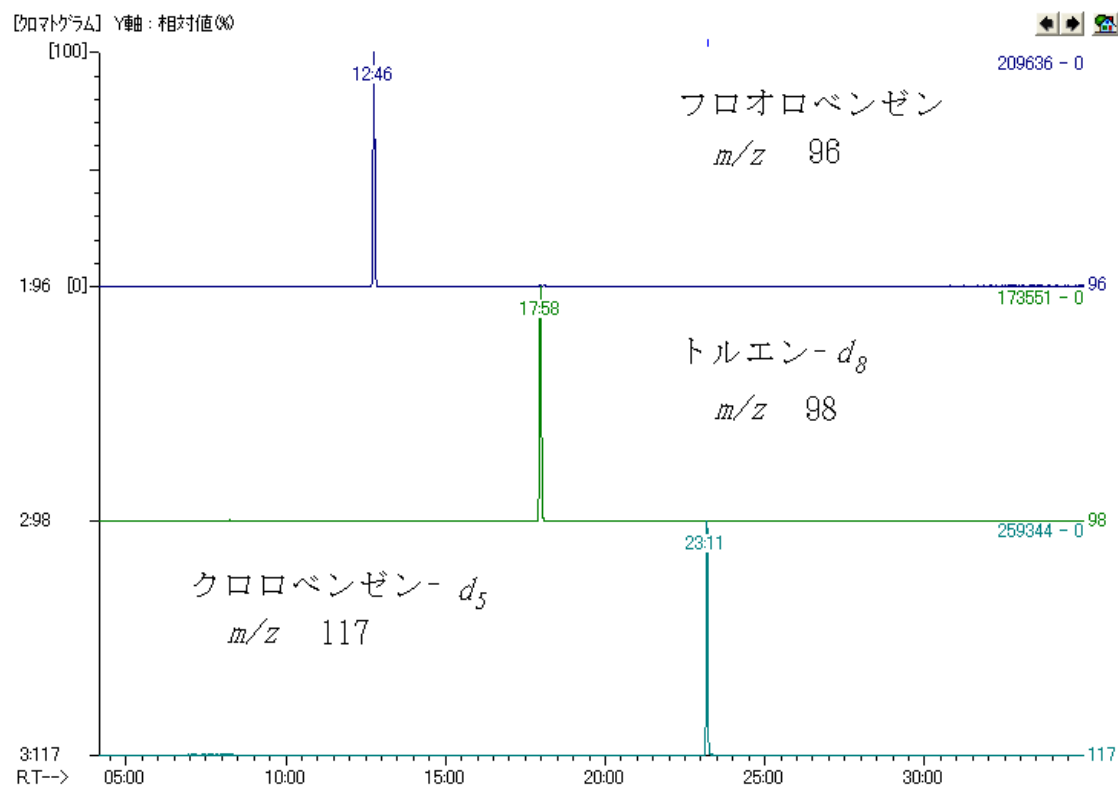


図 8 内標準物質クロマトグラム

この 3 種の内標準物質それぞれを適用してクロロベンゼンの IDL、MDL を算出し比較した。

表 9 内標準物質別 IDL の算出結果

内標準物質名	フルオロ ベンゼン	トルエン- d_8	クロロ ベンゼン- d_5
試料		大気	
注入濃度 (ng/m ³)		12.5	
試料濃縮量 (mL)		500	
注入量 (pg)		6.25	
結果 1 (pg)	5.82	5.83	6.03
結果 2 (pg)	5.85	5.86	6.01
結果 3 (pg)	5.73	5.74	5.90
結果 4 (pg)	6.32	6.31	6.51
結果 5 (pg)	6.10	6.08	6.26
結果 6 (pg)	6.07	6.07	6.22
結果 7 (pg)	6.11	6.18	6.26
平均値 (pg)	6.000	6.010	6.170
標準偏差 (pg)	0.207	0.206	0.205
IDL (pg) *	0.80	0.80	0.80
IDL 試料換算値(ng/m ³) *	1.6	1.6	1.6
S/N	24		
CV (%)	3.5	3.4	3.3

*: IDL = $t(n-1, 0.05) \times \sigma_{n-1} \times 2$

表 10 内標準物質別 MDL 及び MQL の算出結果

物質名	フルオロ ベンゼン	トルエン- d_8	クロロ ベンゼン- d_5
試料	大気		
試料濃縮量 (mL)	500		
平均希釈率	2.05		
標準添加量	0		
操作ブランク試料 ^{*1}	ND		
結果 1 (ng/m ³)	3.90	3.92	3.98
結果 2 (ng/m ³)	4.72	4.76	4.83
結果 3 (ng/m ³)	4.77	4.80	4.91
結果 4 (ng/m ³)	5.02	5.04	5.10
結果 5 (ng/m ³)	4.27	4.32	4.40
結果 6 (ng/m ³)	4.52	4.56	4.67
結果 7 (ng/m ³)	5.43	5.50	5.62
平均値 (ng/m ³)	4.661	4.700	4.787
標準偏差 (ng/m ³)	0.498	0.507	0.520
MDL (ng/m ³) ^{*2}	1.9	2.0	2.0
MQL (ng/m ³) ^{*3}	5.0	5.1	5.2
S/N	11		
CV (%)	11	11	11

*1: 試料マトリックスのみが無い状態で他は同様の操作を行い測定した値 (n = 1)

*2: $MDL = t(n-1, 0.05) \times \sigma_{n-1} \times 2$

*3: $MQL = \sigma_{n-1} \times 10$

IDL 試料換算値については 1.6 ng/m³ であり、MQL については 5.0 ~ 5.2 ng/m³ であったことから、適用する内標準物質の種類を変えても分析精度にほとんど影響はないと考えられた。従って、内標準物質は使い分ける必要はなく、任意の 1 物質について実施しておけば分析精度上十分であると考えられた。

【同時分析可能な物質の検討結果】

〔モニターイオン〕

クロロベンゼンと同時分析を検討した物質群のモニターイオンを示す。

表 11 モニターイオン

物質名	保持時間	定量用イオン	確認用イオン
<i>m</i> -ジクロロベンゼン	28:55		
<i>p</i> -ジクロロベンゼン	29:12	<i>m/z</i> 146	<i>m/z</i> 148
<i>o</i> -ジクロロベンゼン	30:01		

〔クロマトグラム〕

クロロベンゼンと同時分析を検討した物質群のクロマトグラムを示す。

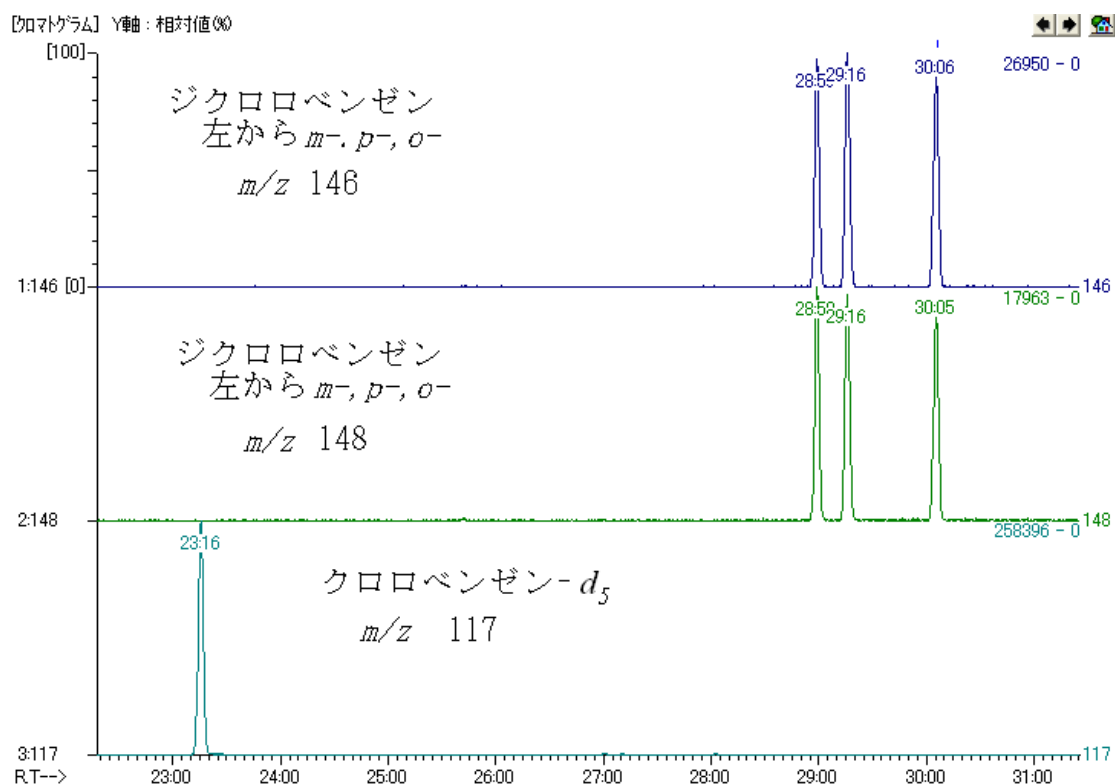


図 9 混合標準ガスのクロマトグラム(10pptv)

〔標準物質のマスペクトル及び検量線〕

標準物質のマスペクトル、検量線及び検量線作成データを以下に示す。

〔*m*-ジクロロベンゼン〕

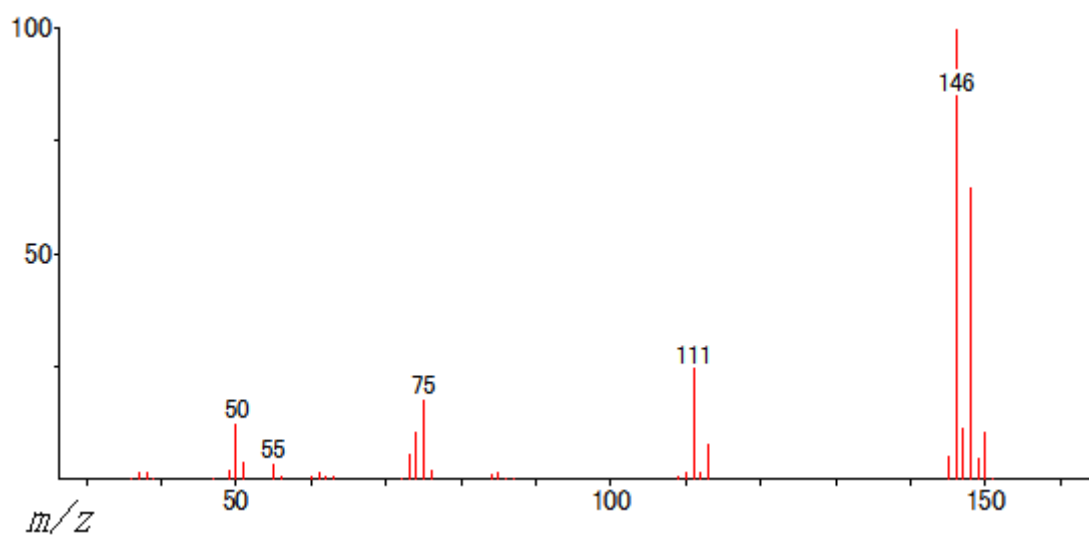


図 10 *m*-ジクロロベンゼンのマスペクトル

表 12 検量線作成用データ（低濃度領域）

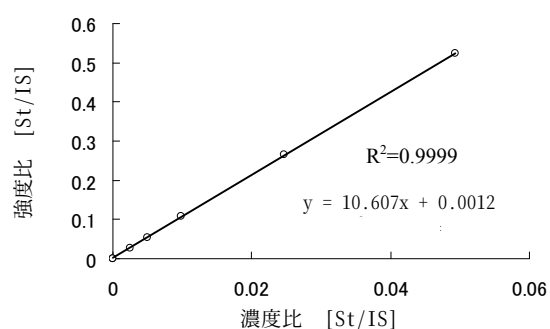
標準ガス濃度 (pptv)(Cs)	濃度比	応答値		応答比 (As/Ais)
		<i>m</i> -ジクロロ ベンゼン (As)(m/z 146)	クロロベンゼン- d_5 (Ais)(m/z 117)	
2.5	0.0025	39798	1481818	0.0269
5.0	0.0050	80047	1485982	0.0539
10	0.010	160205	1491748	0.1074
25	0.025	397156	1500250	0.2647
50	0.050	786957	1505521	0.5227

内標準物質濃度：1000pptv (Cis)

表 13 検量線作成用データ（高濃度領域）

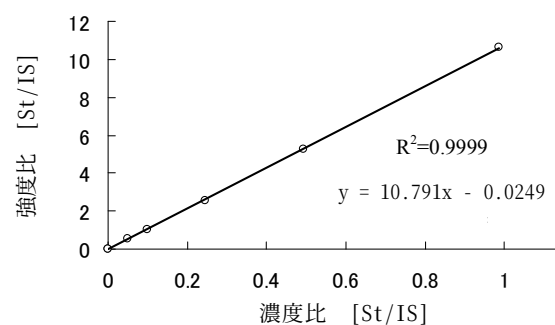
標準ガス濃度 (pptv)(Cs)	濃度比	応答値		応答比 (As/Ais)
		<i>m</i> -ジクロロ ベンゼン (As)(<i>m/z</i> 146)	クロロベンゼン- <i>d</i> ₅ (Ais)(<i>m/z</i> 117)	
50	0.050	786957	1505521	0.5227
100	0.10	1575182	1506981	1.0453
250	0.25	3850343	1510472	2.5491
500	0.50	8024957	1519961	5.2797
1000	1.0	16241047	1526506	10.6394

内標準物質濃度：1000pptv (Cis)



濃度(ppt) → (10) (25) (50)

図 11 低濃度領域の検量線
(2.5pptv ～ 50pptv)



(250) (500) (1000)

図 12 高濃度領域の検量線
(50pptv ～ 1000pptv)

[*p*-ジクロロベンゼン]

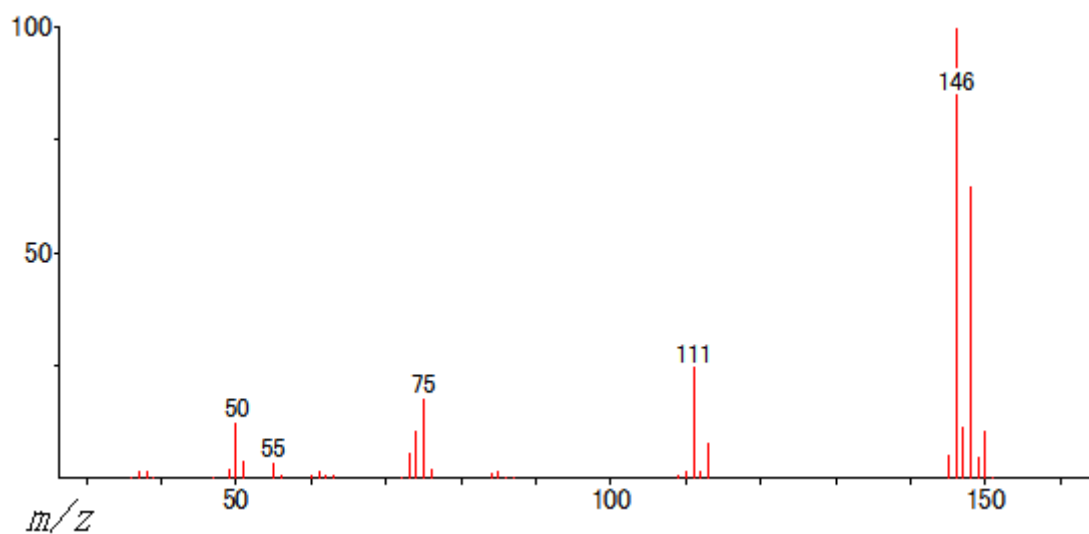


図 13 *p*-ジクロロベンゼンのマススペクトル

表 14 検量線作成用データ（低濃度領域）

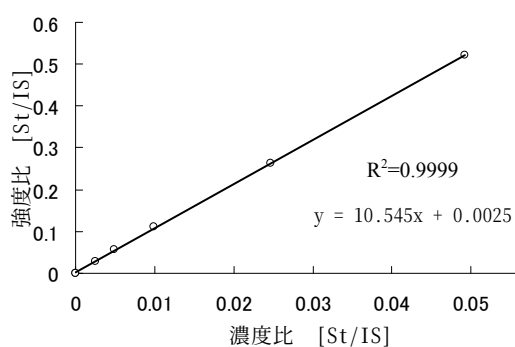
標準ガス濃度 (pptv)(Cs)	濃度比	応答値		応答比 (As/Ais)
		<i>p</i> -ジクロロ ベンゼン (As)(m/z 146)	クロロベンゼン- d_5 (Ais)(m/z 117)	
2.5	0.0025	40487	1481818	0.0273
5.0	0.0050	83706	1485982	0.0563
10	0.010	165086	1491748	0.1107
25	0.025	393388	1500250	0.2622
50	0.050	784716	1505521	0.5212

内標準物質濃度：1000pptv (Cis)

表 15 検量線作成用データ（高濃度領域）

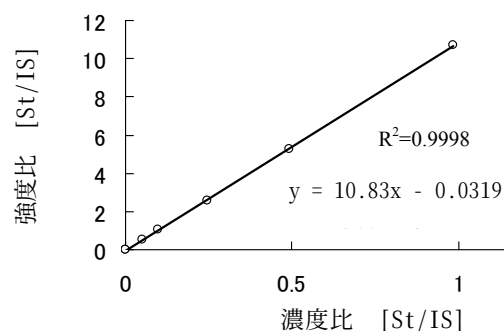
標準ガス濃度 (pptv)(Cs)	濃度比	応答値		応答比 (As/Ais)
		p-ジクロロ ベンゼン (As)(m/z 146)	クロロベンゼン-d ₅ (Ais)(m/z 117)	
50	0.050	784716	1505521	0.5212
100	0.10	1568003	1506981	1.0405
250	0.25	3846708	1510472	2.5467
500	0.50	8003052	1519961	5.2653
1000	1.0	16309347	1526506	10.6841

内標準物質濃度：1000pptv (Cis)



濃度(ppt) → (10) (25) (50)

図 14 低濃度領域の検量線
(2.5pptv ～ 50pptv)



(250) (500) (1000)

図 15 高濃度領域の検量線
(50pptv ～ 1000pptv)

[*o*-ジクロロベンゼン]

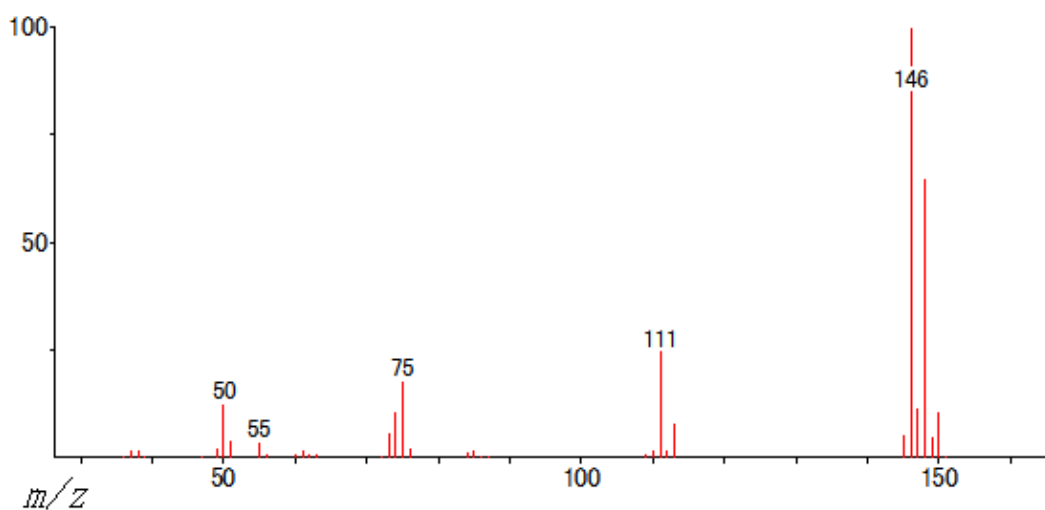


図 16 *o*-ジクロロベンゼンのマススペクトル

表 16 検量線作成用データ（低濃度領域）

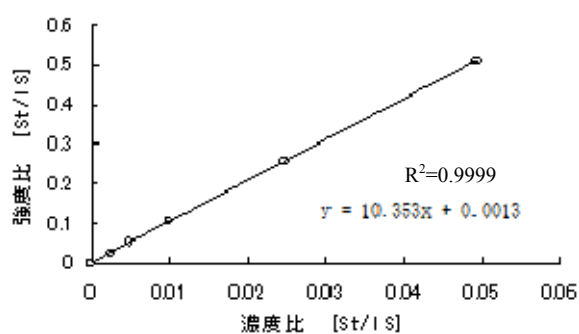
標準ガス濃度 (pptv)(Cs)	濃度比	応答値		応答比 (As/Ais)
		<i>o</i> -ジクロロ ベンゼン (As)(m/z 146)	クロロベンゼン- d_5 (Ais)(m/z 117)	
2.5	0.0025	37623	1481818	0.0254
5.0	0.0050	77832	1485982	0.0524
10	0.010	160388	1491748	0.1075
25	0.025	387080	1500250	0.2580
50	0.050	768584	1505521	0.5105

内標準物質濃度：1000pptv (Cis)

表 17 検量線作成用データ（高濃度領域）

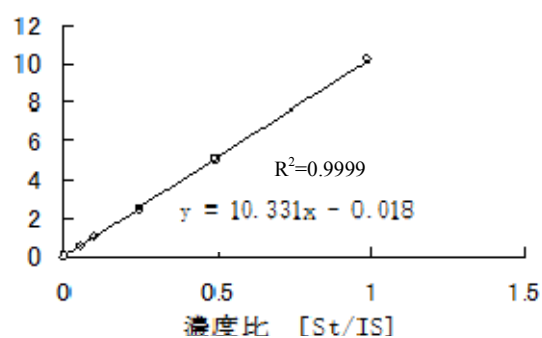
標準ガス濃度 (pptv)(Cs)	濃度比	応答値		応答比 (As/Ais)
		<i>o</i> -ジクロロ ベンゼン (As)(m/z 146)	クロロベンゼン- <i>d</i> ₅ (Ais)(m/z 117)	
50	0.050	768584	1505521	0.5105
100	0.10	1518011	1506981	1.0073
250	0.25	3711987	1510472	2.4575
500	0.50	7700468	1519961	5.0662
1000	1.0	15562509	1526506	10.1949

内標準物質濃度：1000pptv (Cis)



濃度(ppt) → (10) (25) (50)

図 17 低濃度領域の検量線
(2.5pptv ～ 50pptv)



(250) (500) (1000)

図 18 高濃度領域の検量線
(50pptv ～ 1000pptv)

〔環境試料の分析例〕

本分析法によりさいたま市中央区にあるさいたま市健康科学研究センター屋上で採取した環境大気試料の測定結果を示す。

本分析法において大気中に存在しクロロベンゼンと溶出時間が近い揮発性有機化合物 (VOC) として、エチルベンゼンが確認される。このときの測定結果では、クロロベンゼンの環境濃度 16 ng/m^3 に対し、エチルベンゼンの環境中濃度（この測定時における濃度）は 4500 ng/m^3 であったことから、定量イオン (m/z 112) 定性イオン (m/z 114) に影響はないが、 m/z 77 を利用することはできないので注意を要する。

表 18 環境試料結果

試料採取場所	周辺状況	温度・湿度 (現地測定採取時平均)	測定結果 (ng/m^3)
さいたま市中央区	住宅地	23.4°C 79%	16 ($n = 2$)

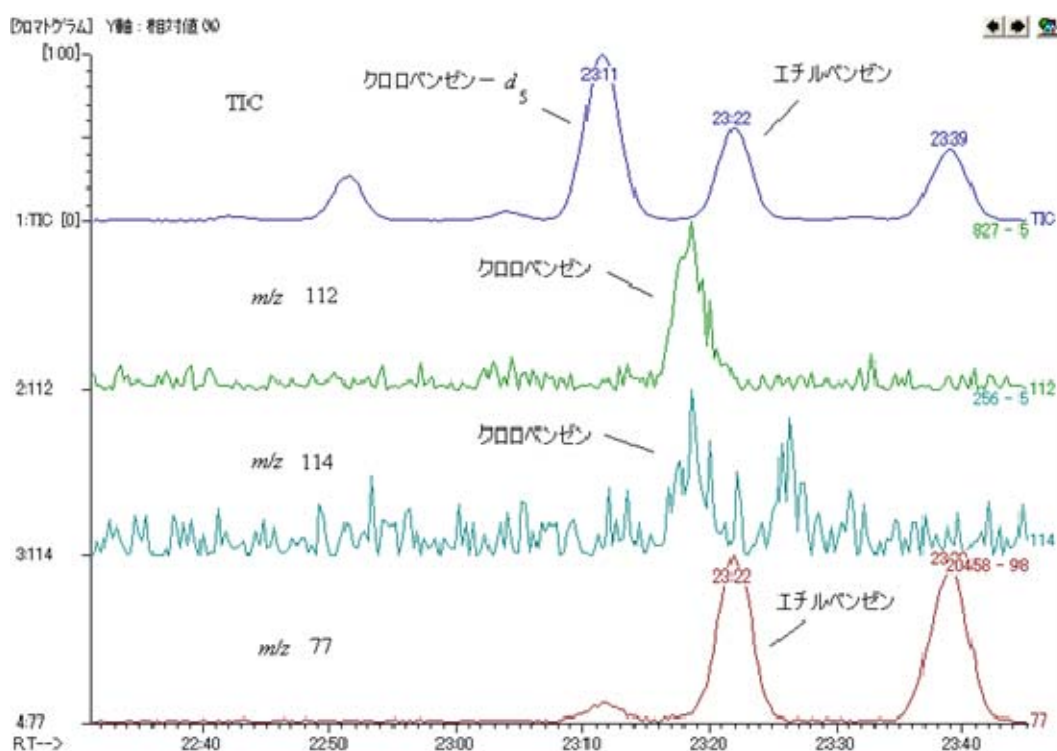


図 19 環境試料測定のカロマトグラム

【評価】

本分析法による分析対象物質の IDL 試料換算値は 1.6 ng/m^3 であり、MQL は 5.0 ng/m^3 であった。また、添加回収実験も良好 (82 ～ 98%) であり、常温で 14 日間の保存安定性も確認された。本分析法を用いてさいたま市内の大気中のクロロベンゼン濃度を測定すると、 16 ng/m^3 であった。

また、本分析法は *m*-ジクロロベンゼン、*p*-ジクロロベンゼン、*o*-ジクロロベンゼンについて同時分析が可能である。

なお、本分析法の検討では内標準物質としてクロロベンゼン- d_5 を用いたが、フルオロベンゼン、トルエン- d_8 いずれかの 1 物質を内標準物質として用いて分析を行ってもよい。

【参考文献】

- 1) 環境省大気保全局大気規制課：有害大気汚染物質測定マニュアル，20-29 (1997)
- 2) 環境庁環境保健部環境安全課：平成 10 年（1998 年）版 化学物質と環境，(1998)
- 3) 環境省環境保健部環境安全課：平成 24 年（2012 年）版 化学物質と環境，(2012)

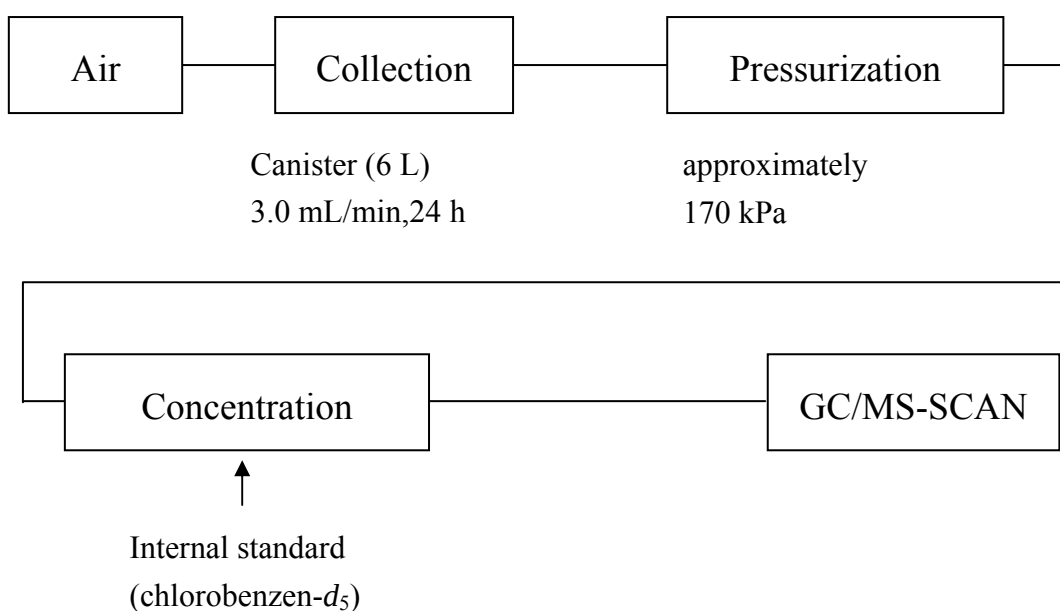
【担当者連絡先】

所属先名称：さいたま市健康科学研究センター
所属先住所：〒338-0013 さいたま市中央区鈴谷 7-5-12
TEL：048-840-2265 FAX：048-840-2267
担当者氏名：環境科学課 城 裕樹
E-mail：kankyo-kagaku@city.saitama.lg.jp

Chlorobenzene

A canister method is applied for the determination of chlorobenzene in ambient air sample. Air sample is drawn into a canister at a flow rate of 3.0 mL/min for 24 hours. After pressurizing the canister with pure nitrogen gas to 170 kPa, the canister is connected to pre-concentrator “Autocan”. Then chlorobenzene and its deuterated isomer of chlorobenzene- d_5 (an internal standard) are cryogenically focused on a capillary gas chromatography column and analyzed by gas chromatography–mass spectrometry in scan mode (GC/MS-SCAN). The method detection limit (MDL) of chlorobenzene is 1.6 ng/m³, and the method quantification limit (MQL) is 5.0 ng/m³. The average of recoveries from the five air samples prepared at 12.5 ng/m³ of chlorobenzene was 89% with the relative standard deviation of 6.5%. With the method, airborne concentration of chlorobenzene was measured at the concentration of 16 ng/m³ in Saitama.

X



物質名	分析法フローチャート	備考
クロロベンゼン IUPAC 名： Chlorobenzen 別名： モノクロロベンゼン、エンカフェニル、エンカベンゼン、MCB、クロルベンゾール、モノクロルベンゼン	【大気】 <pre> graph LR A[大気] --> B[捕集] B -- "Canister 3.0 mL/min, 24 h" --> C[加圧] C -- "170 kPa 程度" --> D[濃縮] D --> E[GC/MS-SCAN] F[内標準ガス添加 (クロロベンゼン-d5)] --> D </pre>	分析原理： GC/MS-SCAN 検出下限値 【大気】 1.6 ng/m³ 分析条件： 機器 GC：6890N MS：JMS-Q1000 GC K9 カラム AQUATIC (60 m × 0.25 mm, 1.0 μm)