

1,2,4,5-テトラクロロベンゼン

1,2,4,5-Tetrachlorobenzene

ペンタクロロベンゼン

Pentachlorobenzene

IUPAC 名：1,2,3,4,5-pentachlorobenzene

ヘキサクロロベンゼン

Hexachlorobenzene

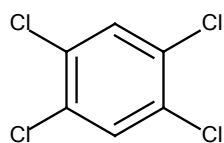
別名：パーククロロベンゼン

Perchlorobenzene

IUPAC 名：1,2,3,4,5,6-hexachlorobenzene

【対象物質の構造】

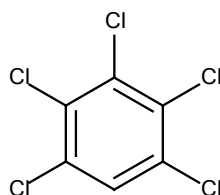
1,2,4,5-テトラクロロベンゼン



CAS 番号：95-94-3

分子式：C₆H₂Cl₄

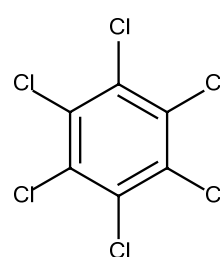
ペンタクロロベンゼン



CAS 番号：608-93-5

分子式：C₆HCl₅

ヘキサクロロベンゼン



CAS 番号：118-74-1

分子式：C₆Cl₆

【物理化学的性状】

物質名	分子量 (モライトビツク質量)	比重 (g/cm ³)	沸点 (°C)	融点 (°C)	蒸気圧 (mmHg)	水溶解度 (mg/L)	log P _{ow}
1,2,4,5-テトラ クロロベンゼ ン ¹⁾	215.89 (213.8912)	1.858	244.5	139.5	0.005 (25°C)	0.595 (25°C)	4.60 (実測値)
ペンタクロロ ベンゼン ¹⁾	250.34 (247.8523)	1.609	277	86	6.5×10 ⁻³ (25°C)	1.33 (25°C)	5.18 (実測値)
ヘキサクロロ ベンゼン ²⁾	284.78 (281.8134)	1.5691 (24°C)	322	230	1.80×10 ⁻⁵ (25°C)	0.0062	6.2

【毒性、用途等】

物質名	急性毒性	用途
1,2,4,5-テトラクロロベンゼン ¹⁾	マウス（経口）LD ₅₀ ： 1035 mg/kg ラット（経口）LD ₅₀ ： 1500 mg/kg	—
ペンタクロロベンゼン ¹⁾	マウス（経口）LD ₅₀ ： 1175 mg/kg ラット（経口）LD ₅₀ ： 1080 mg/kg	—
ヘキサクロロベンゼン ²⁾	ヒト（経口）LD _{Lo} ： 500 mg/kg ラット（経口）LD ₅₀ ： 10000 mg/kg	—

1) 環境省：化学物質の環境リスク評価（第4巻）

2) 環境省：化学物質の環境リスク評価（第1巻）

§1 分析法

(1) 分析法の概要

水質試料に塩化ナトリウムとサロゲート物質を添加し、ヘキサン抽出を行う。硫酸処理後、内標準物質を添加し GC/MS-SIM 法で測定する。

(2) 試薬・器具

【試薬】

1,2,4,5-テトラクロロベンゼン	: SUPELCO 製 1000 µg/mL (99.3%)
ペンタクロロベンゼン	: Dr. Ehrenstorfer 製 10 µg/mL (99.5%)
ヘキサクロロベンゼン	: Dr. Ehrenstorfer 製 10 µg/mL (99.5%)
1,2,4,5-テトラクロロベンゼン(¹³ C ₆ , 99%)、 ペンタクロロベンゼン(¹³ C ₆ , 99%)、ヘキサ クロロベンゼン(¹³ C ₆ , 99%)	: CIL 製 100 µg/mL (98%)
ナフタレン-d ₈	: Aldrich 製
ヘキサン、アセトン、メタノール	: 残留農薬・PCB 試験用 (5000 倍濃縮品)
塩化ナトリウム	: 残留農薬・PCB 試験用
硫酸	: 精密分析用

【標準液の調製】

〔標準液〕

市販の1,2,4,5-テトラクロロベンゼン標準液(1000 µg/mL、アセトニトリル溶液)をヘキサンで希釈し、10.0 µg/mLの標準液を調製する。この標準液と市販のペンタクロロベンゼン、ヘキサクロロベンゼン標準液(各10.0 µg/mL、アセトニトリル溶液)を分取し、ヘキサンで希釈し、1.00 µg/mLの混合標準液を調製する。

〔サロゲート標準液〕

市販の1,2,4,5-テトラクロロベンゼン-¹³C₆、ペンタクロロベンゼン-¹³C₆、ヘキサクロロベンゼン-¹³C₆標準液(各100 µg/mL、メタノール溶液)をメタノールで希釈し、5.00 µg/mLのサロゲート標準液を調製する。

〔内標準液〕

ナフタレン-d₈を正確に10.0 mg量り取り、ヘキサン100 mLに溶解させ、100 µg/mLの内標準原液を調製する。これをヘキサンで希釈し、5.00 µg/mLの内標準液を調製する。

〔検量線用標準液〕

混合標準液をヘキサンで希釈し、0.500~100 ng/mLの検量線用標準液を調製する。各濃度の検量線用標準液にはサロゲート標準液及び内標準液をそれぞれ10.0 ng/mLの濃度になるように添加する。

【器具】

振とう機

分液ロート、メスシリンダー、ホールピペット、メスフラスコなど：洗剤、水、アセトンの順に洗浄し、乾燥させる。

(3) 分析法

【試料の採取及び保存等】

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）に従い、中揮発性有機物質の分析試料の採取方法と同様に実施する。

【試料の前処理及び試験液の調製】

100 mL 分液ロートに水質試料 100 mL をメスシリンダーで量り取り、塩化ナトリウム 10 g とクリーンアップスパイクとしてサロゲート標準液 (5.00 µg/mL) 10 µL を添加し、完全に溶解する（注1）。これに、ホールピペットで正確にヘキサン 5 mL を加え、10 分間振とう抽出し、静置後、水層を除去する。

ヘキサン層に濃硫酸 1 mL を加え、穏やかに振り混ぜる（注2）（注3）。静置後、硫酸層を除去し、ヘキサン洗浄水 5 mL を加えヘキサン層を洗浄し、1 時間以上静置する。ヘキサン層が透明になっていることを確認した後、ホールピペットで正確にヘキサン層 1 mL を分取し、シリンジスパイクとして内標準液 (5.00 µg/mL) 2 µL を添加して試験液とする。

【空試験液の調製】

試料と同じ量の精製水を用い、【試料の前処理及び試験液の調製】の項に従って操作し、得られた試験液を空試験液とする。

【測定】

〔GC/MS 条件〕

使用機種	: GC ; Agilent 6890N、MS ; JEOL JMS - K9	
カラム	: DB-17MS 30 m × 0.32 mm × 0.25 µm （注4）	
カラム温度	: 40°C (1 min) → 10°C/min → 250°C (3 min)	
注入口温度	: 250°C	
注入方法	: スプリットレス（パージ開始時間 1 min）	
注入量	: 1 µL	
キャリアーガス	: 1 mL/min	
インターフェース温度	: 220°C	
イオン源温度	: 200°C	
イオン化電圧	: 70 eV	
検出モード	: SIM	
モニターイオン	: 1,2,4,5-テトラクロロベンゼン	216 (214)
	: 1,2,4,5-テトラクロロベンゼン- ¹³ C ₆	222 (220)
	: ペンタクロロベンゼン	250 (248)
	: ペンタクロロベンゼン- ¹³ C ₆	258 (256)
	: ヘキサクロロベンゼン	284 (282)
	: ヘキサクロロベンゼン- ¹³ C ₆	292 (290)
	: ナフタレン-d ₈	136

〔検量線〕

検量線用標準液 1 μL を GC/MS に注入し、対象物質とサロゲート物質のピーク面積比及び濃度比から検量線を作成する。

〔定量〕

試験液 1 μL を GC/MS に注入し、対象物質とサロゲート物質のピーク面積比から試験液中の対象物質とサロゲート物質の濃度比を求める。また、ナフタレン-*d*₈ はサロゲート物質の回収率の計算に使用する。

〔濃度の算出〕

$$\text{濃度 (ng/L)} = \frac{\text{濃度比} \times \text{添加したサロゲート物質の量 (ng)}}{\text{試料量 (L)}}$$

本分析法に従った場合、以下の数値を使用する。

添加したサロゲート物質の量：50.0 ng

試料量：0.100 L

〔装置検出下限値 (IDL)〕

本分析に用いた GC/MS の IDL を表 1 に示す (注 5)。

表 1 IDL の算出結果

物質名	IDL (ng/mL)	試料量 (L)	最終液量 (mL)	IDL 試料換算値 (ng/L)
1,2,4,5-テトラクロロベンゼン	0.11	0.100	5	5.6
ペンタクロロベンゼン	0.13	0.100	5	6.6
ヘキサクロロベンゼン	0.16	0.100	5	8.2

〔測定方法の検出下限値 (MDL) 及び定量下限値 (MQL)〕

本測定方法における MDL 及び MQL を表 2 に示す (注 6)。

表 2 MDL 及び MQL の算出結果

物質名	試料量 (L)	最終液量 (mL)	MDL (ng/L)	MQL (ng/L)
1,2,4,5-テトラクロロベンゼン	0.100	5	8.6	22
ペンタクロロベンゼン	0.100	5	11	29
ヘキサクロロベンゼン	0.100	5	10	26

注 解

- (注1) 海水の場合、塩化ナトリウムは不要である。
- (注2) 硫酸処理は、ほとんどの試料で省略できる。
- (注3) 試料によっては、抽出操作後エマルジョンが生成することがある。この場合、エマルジョンごと硫酸処理を行うことで、エマルジョンを解消することができる。ただし、水分が多く含まれていると急激な発泡や発熱が起こることがあるので、十分に注意して操作を行うこと。もしくは、ヘキサン層をエマルジョンごと遠心管に移し、3000 rpm で10分間遠心分離を行ってもよい。
- (注4) テトラクロロベンゼンの異性体(1,2,3,4-、1,2,3,5-、1,2,4,5-)が分離できるキャピラリーカラム (DB-17MS、DB-WAX 等) を選択すること。
- (注5) IDL は、「化学物質環境実態調査実施の手引き」(平成21年3月)に従って算出した。算出結果を表3に、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

対象物質名	1,2,4,5-テトラクロロベンゼン	ペンタクロロベンゼン	ヘキサクロロベンゼン
試料量 (L)	0.100	0.100	0.100
最終液量 (mL)	5	5	5
注入液濃度 (ng/mL)	0.500	0.500	0.500
装置注入量 (μL)	1	1	1
結果1 (ng/mL)	0.498	0.452	0.564
結果2 (ng/mL)	0.530	0.484	0.562
結果3 (ng/mL)	0.450	0.436	0.492
結果4 (ng/mL)	0.485	0.445	0.468
結果5 (ng/mL)	0.496	0.537	0.493
結果6 (ng/mL)	0.500	0.482	0.574
結果7 (ng/mL)	0.537	0.475	0.527
平均値 (ng/mL)	0.4994	0.4730	0.5257
標準偏差 (ng/mL)	0.029	0.034	0.042
IDL (ng/mL)*	0.11	0.13	0.16
IDL 試料換算値 (ng/L)	5.6	6.6	8.2
S/N 比	8.0	7.4	5.4
CV (%)	5.8	7.2	8.0

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

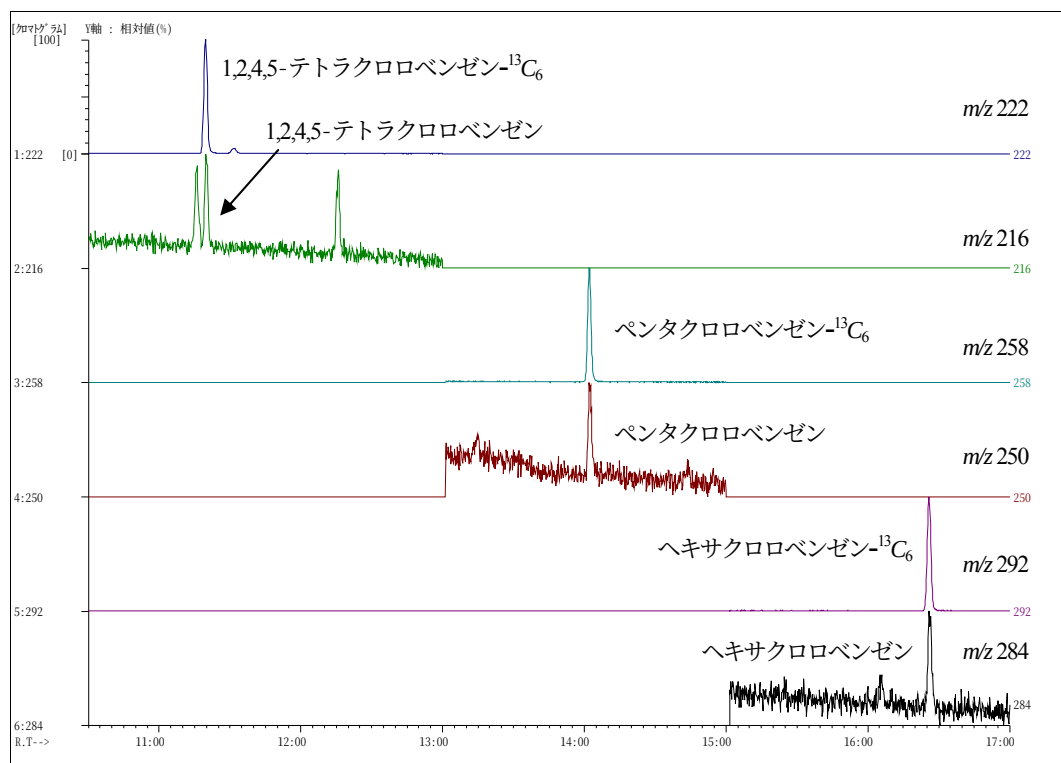


図1 IDL 測定時のクロマトグラム (0.500 ng/mL)

(注 6) MDL 及び MQL は、「化学物質環境実態調査実施の手引き」(平成 21 年 3 月)に従って算出した。算出結果を表 4 に、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

対象物質名	1,2,4,5-テトラクロロベンゼン	ペンタクロロベンゼン	ヘキサクロロベンゼン
試料	河川水	河川水	河川水
試料量 (L)	0.100	0.100	0.100
標準添加量 (ng)	5.00	5.00	5.00
試料換算濃度 (ng/L)	50	50	50
最終液量 (mL)	5	5	5
注入液濃度 (ng/mL)	1.00	1.00	1.00
装置注入量 (μL)	1	1	1
操作ブランク平均 (ng/L) * ¹	ND (101) * ⁵	ND (103)	ND (103)
無添加試料 (ng/L) * ²	ND (100)	ND (105)	ND (101)
結果 1 (ng/L)	47.9 (97)	47.8 (103)	47.8 (106)
結果 2 (ng/L)	52.8 (93)	49.5 (103)	51.9 (104)
結果 3 (ng/L)	47.4 (96)	55.4 (99)	50.0 (104)
結果 4 (ng/L)	49.4 (95)	47.6 (102)	50.0 (104)
結果 5 (ng/L)	50.8 (94)	47.1 (103)	53.1 (105)
結果 6 (ng/L)	46.6 (91)	47.7 (101)	55.6 (99)
結果 7 (ng/L)	47.7 (97)	49.3 (104)	53.3 (102)
平均値 (ng/L)	48.92 (94)	49.19 (102)	51.64(103)
標準偏差 (ng/L)	2.21	2.88	2.61
MDL (ng/L) * ³	8.6	11	10
MQL (ng/L) * ⁴	22	29	26
S/N 比	34	9.3	12
CV (%)	4.5	5.9	5.0

*1: 試料マトリクスのみがない状態で他は同様の操作を行い測定した値の平均値 (n=2)

*2: MDL 算出用試料に標準を添加していない状態で含まれる濃度 (n=1)

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

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

*5: 括弧内の数値はサロゲート回収率

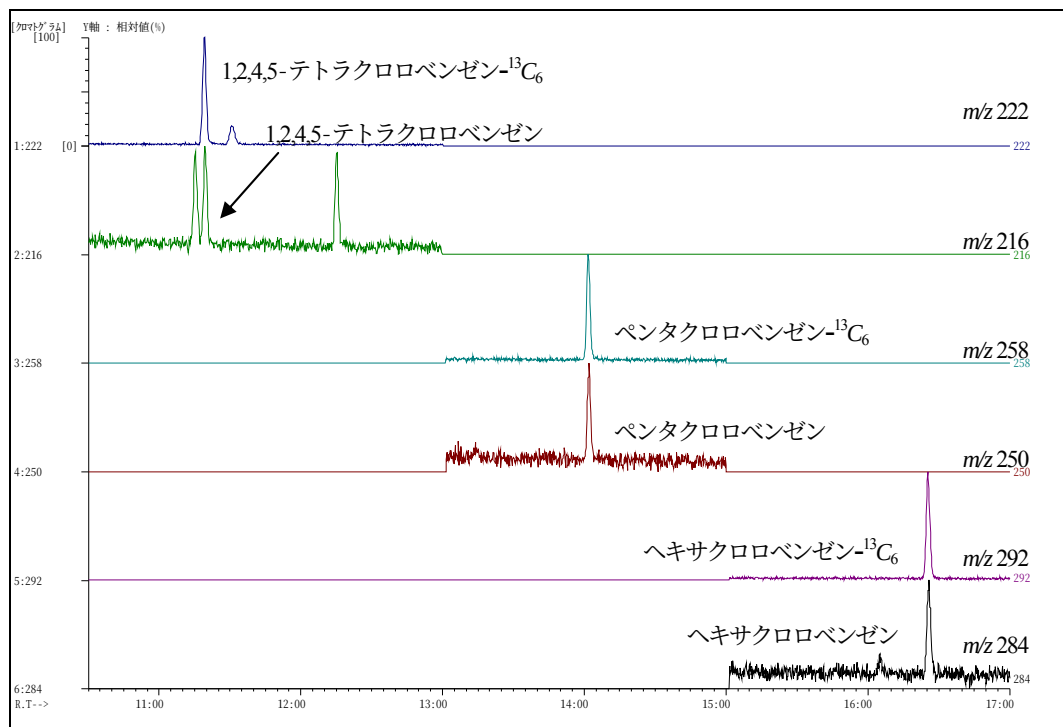


図2 MDL 測定時のクロマトグラム

§2 解 説

【分析法】

【フローチャート】

分析法のフローチャートを図3に示す。

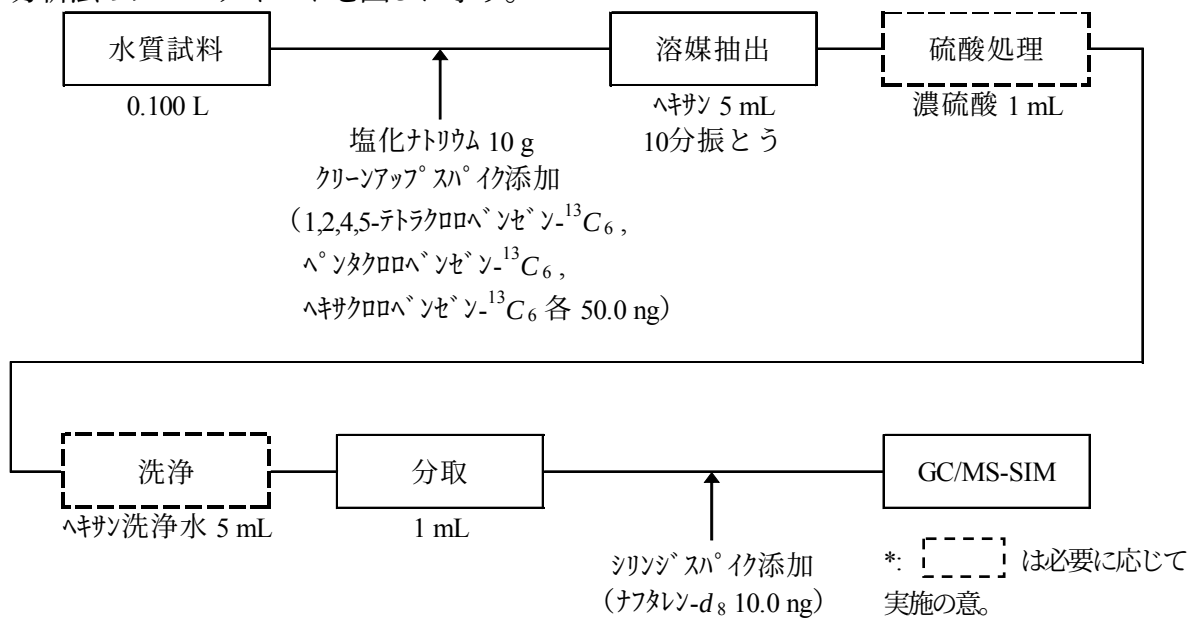


図3 分析法のフローチャート

[検量線]

検量線を図4及び図5に、検量線作成用データを表5-1～表5-3に示す。

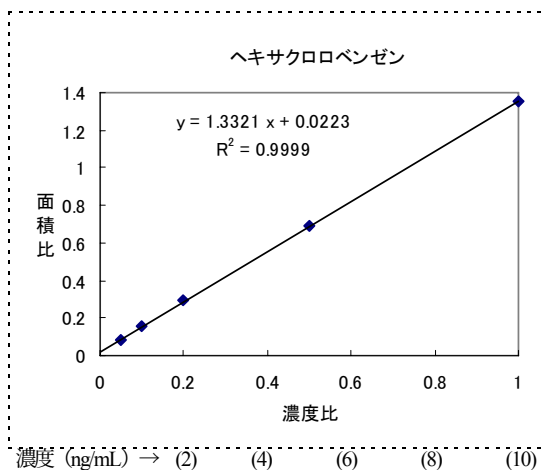
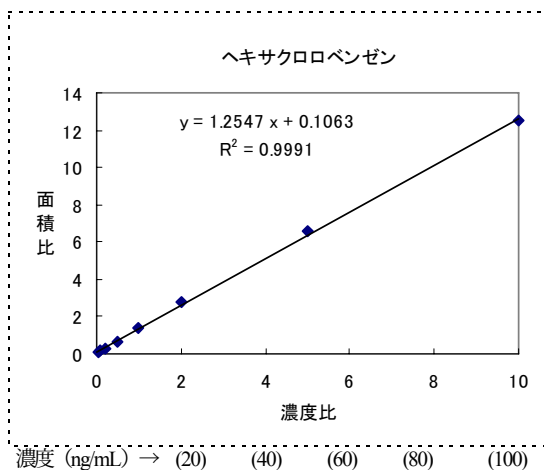
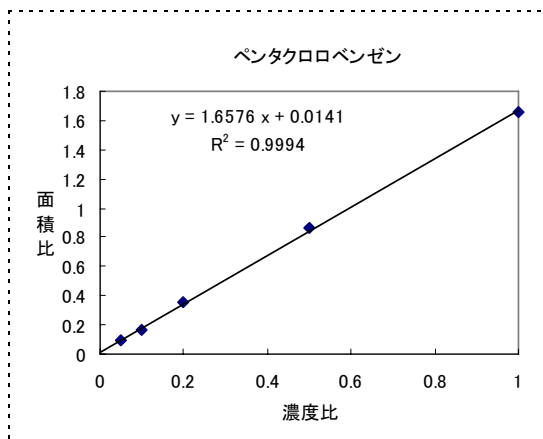
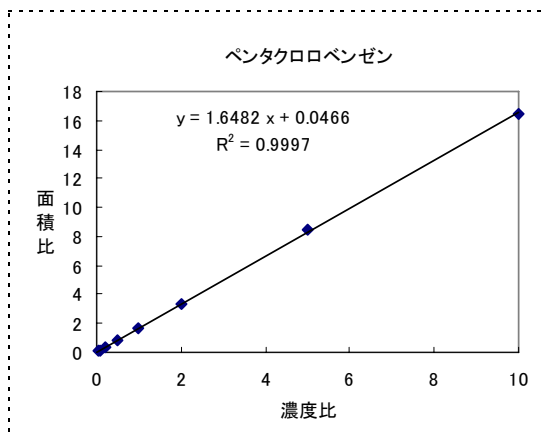
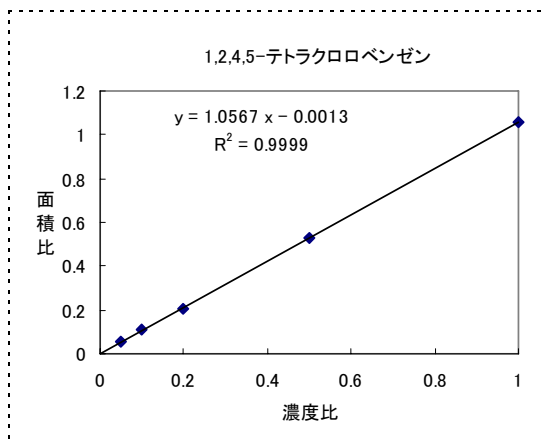
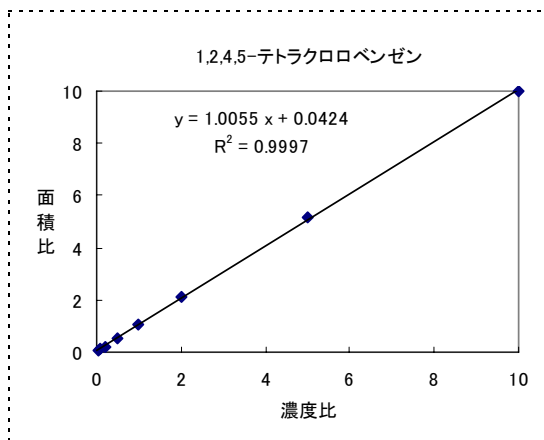


図4 検量線：

1,2,4,5-テトラクロロベンゼン、ペンタクロロベンゼン、ヘキサクロロベンゼン
サロゲート物質 10.0 ng/mL
対象物質濃度範囲 0.500～100 ng/mL

図5 検量線：

1,2,4,5-テトラクロロベンゼン、ペンタクロロベンゼン、ヘキサクロロベンゼン
サロゲート物質 10.0 ng/mL
対象物質濃度範囲 0.500～10.0 ng/mL

表5-1 検量線作成用データ (1,2,4,5-テトラクロロベンゼン)

標準液濃度 (ng/ml) (C _s)	応答値		応答比 (A _s /A _{is})
	1,2,4,5-テトラクロ ロベンゼン(A _s)	1,2,4,5-テトラクロロ ベンゼン- ¹³ C ₆ (A _{is})	
	(m/z = 216)	(m/z = 222)	
0.500	1070	19587	0.05463
1.00	2114	19612	0.10779
2.00	4107	20364	0.20168
5.00	10627	20104	0.5286
10.0	22366	21183	1.0558
20.0	46561	21717	2.1440
50.0	119218	23065	5.169
100	249468	24870	10.031

*: サロゲート物質濃度：10.0 ng/mL (C_{is})

表5-2 検量線作成用データ (ペンタクロロベンゼン)

標準液濃度 (ng/ml) (C _s)	応答値		応答比 (A _s /A _{is})
	ペンタクロロベン ゼン(A _s)	ペンタクロロベン ゼン- ¹³ C ₆ (A _{is})	
	(m/z = 250)	(m/z = 258)	
0.50	1000	11063	0.09039
1.00	1927	11466	0.16806
2.00	3840	10934	0.35120
5.00	9506	10959	0.8674
10.0	19419	11700	1.6597
20.0	40692	11991	3.3935
50.0	103294	12169	8.488
100	209888	12780	16.423

*: サロゲート物質濃度：10.0 ng/mL (C_{is})

表5-3 検量線作成用データ (ヘキサクロロベンゼン)

標準液濃度 (ng/ml) (C _s)	応答値		応答比 (A _s /A _{is})
	ヘキサクロロベン ゼン(A _s)	ヘキサクロロベン ゼン- ¹³ C ₆ (A _{is})	
	(m/z = 284)	(m/z = 292)	
0.500	1006	12151	0.08279
1.00	1876	12245	0.15321
2.00	3551	12017	0.29550
5.00	8452	12197	0.6930
10.0	17492	12946	1.3512
20.0	36688	13010	2.8200
50.0	92827	14074	6.596
100	190495	15228	12.510

*: サロゲート物質濃度：10.0 ng/mL (C_{is})

〔標準物質のクロマトグラム〕

標準物質のクロマトグラムを図6に示す。

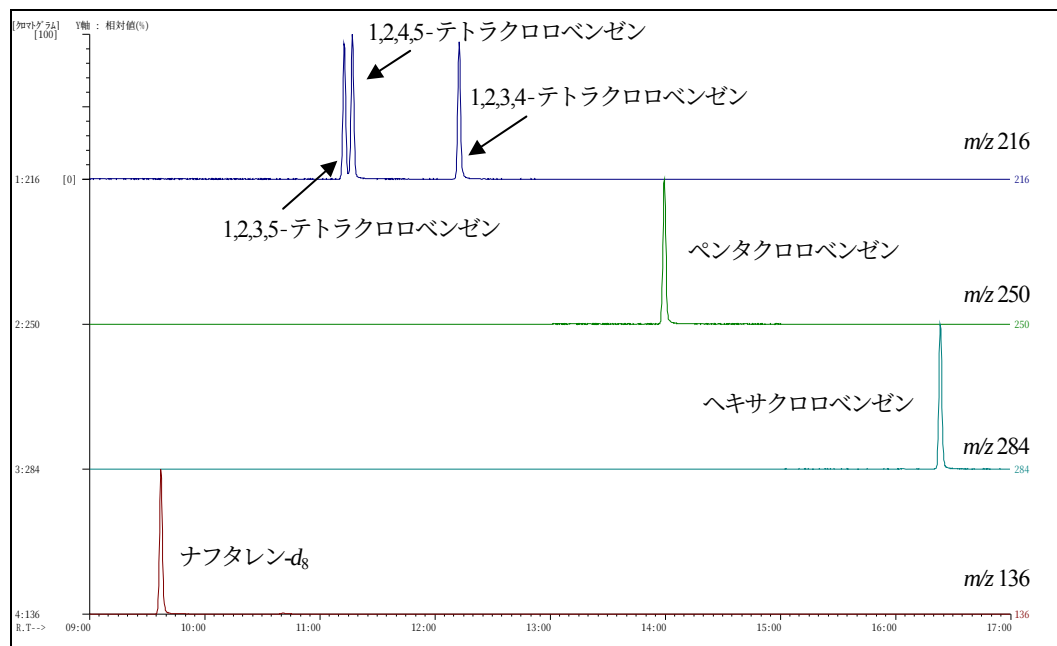


図6 標準物質のクロマトグラム (50.0 ng/mL)

〔マススペクトル〕

標準物質とサロゲート物質のマススペクトルを図7に示す。

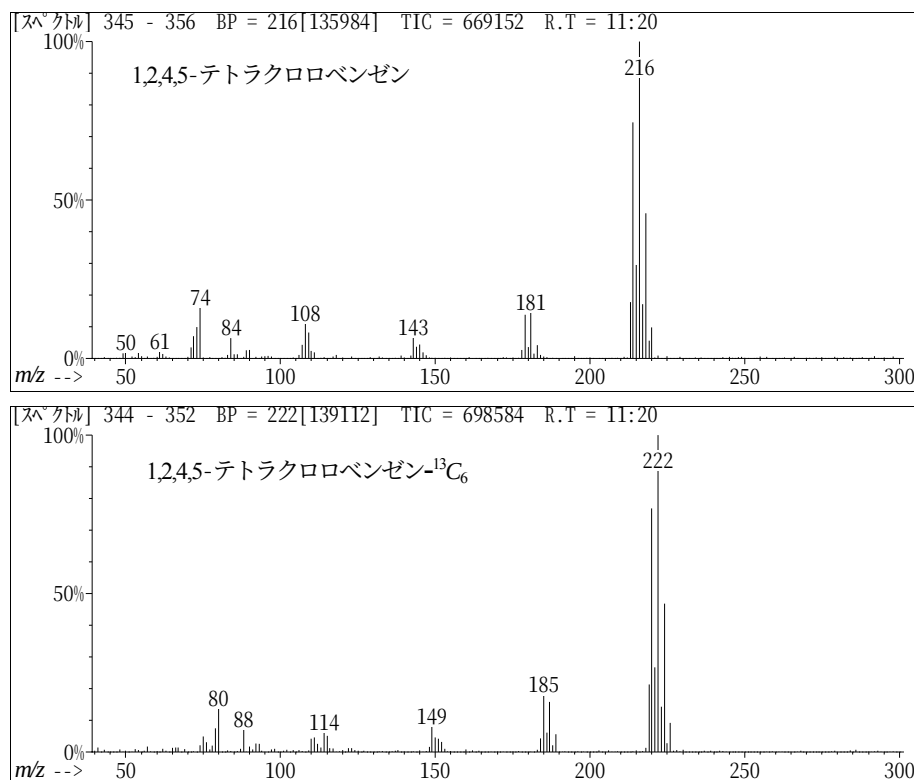


図7-1 標準物質とサロゲート物質のマススペクトル (1)

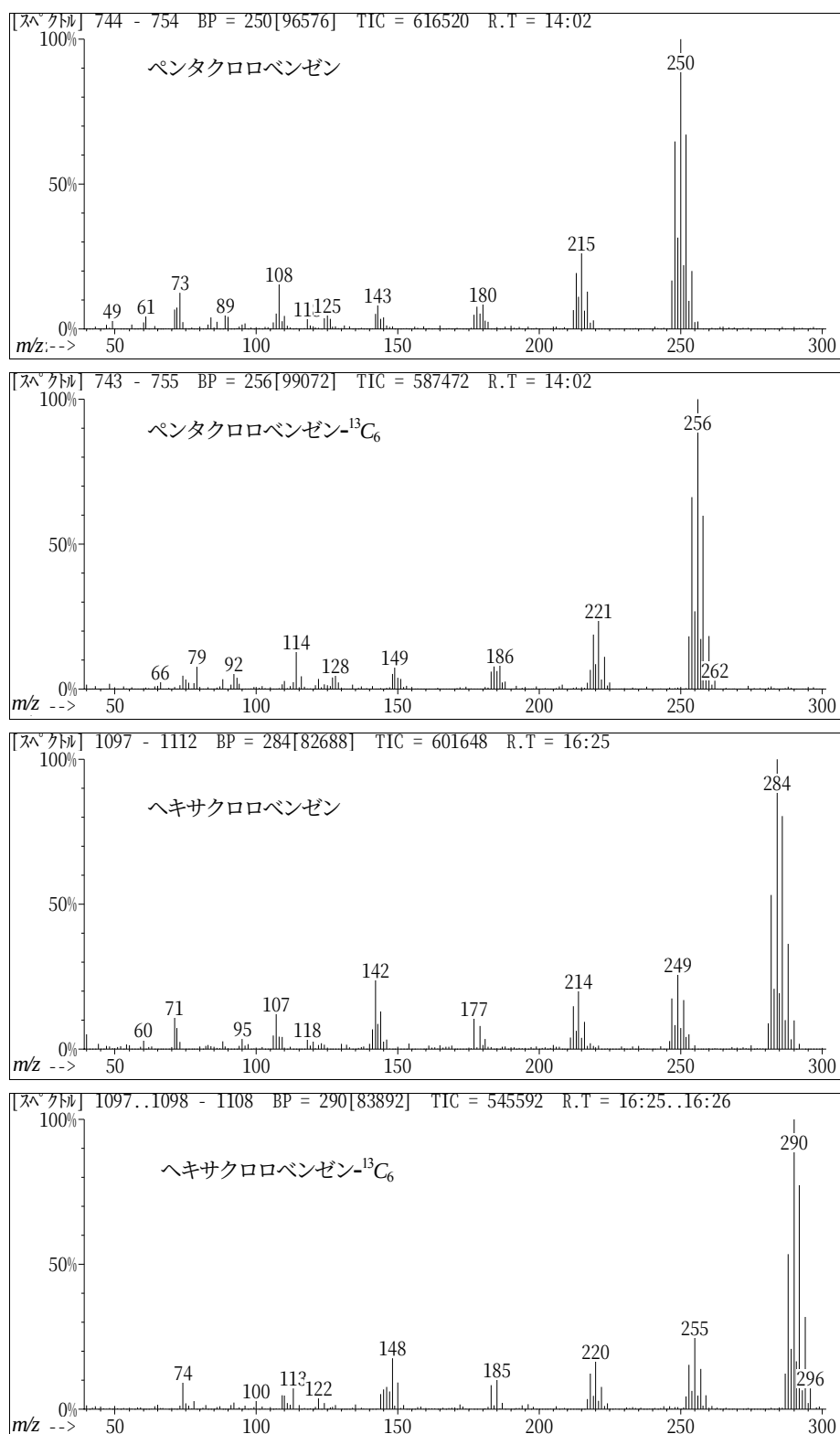


図7-2 標準物質とサロゲート物質のマススペクトル (2)

[操作ブランク]

操作ブランクのクロマトグラムを図8に示す。

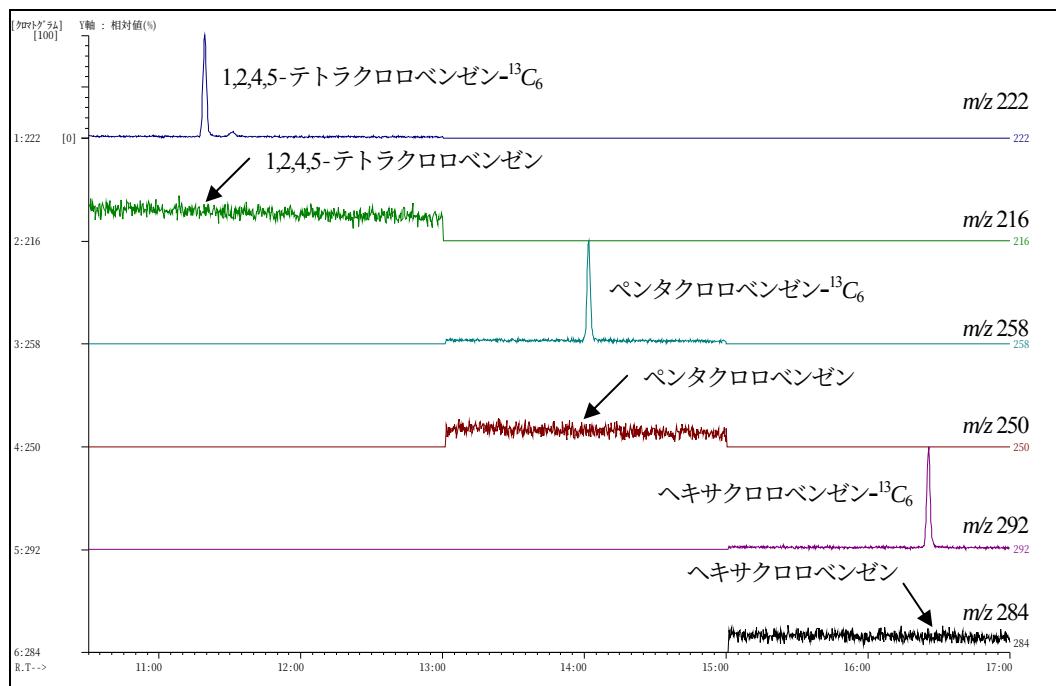


図8 操作ブランクのクロマトグラム

[添加回収試験]

添加回収試験結果を表6に示す。

表6 添加回収試験結果

試料名	物質名	試料量 (L)	添加量 (ng)	検体数	検出濃度 (ng/L)	回収率 (%)	変動係数 (%)	サロゲート回収率 (%)
河川水	1,2,4,5-テトラクロロベンゼン	0.100	無添加	1	ND	—	—	100
		0.100	5.00	7	48.9	98	4.5	94
	ペンタクロロベンゼン	0.100	無添加	1	ND	—	—	105
		0.100	5.00	7	49.2	98	5.9	102
	ヘキサクロロベンゼン	0.100	無添加	1	ND	—	—	101
		0.100	5.00	7	51.6	103	5.0	103
海水	1,2,4,5-テトラクロロベンゼン	0.100	無添加	1	ND	—	—	103
		0.100	25.0	5	249	99	1.9	102
	ペンタクロロベンゼン	0.100	無添加	1	ND	—	—	101
		0.100	25.0	5	243	97	2.1	101
	ヘキサクロロベンゼン	0.100	無添加	1	ND	—	—	99
		0.100	25.0	5	245	98	2.4	100

〔分解性スクリーニング試験〕

分解性スクリーニング試験結果を表7に示す。

表7 分解性スクリーニング試験結果

物質名	pH	検体数	初期濃度 (ng/L)	1 時間後の 残存率 (%)	7 日後の残存率 (%)	
					暗所	明所
1,2,4,5-テトラ クロロベンゼン	5	2	500	96	96	—
	7	2	500	99	95	94
	9	2	500	100	95	—
ペンタクロロ ベンゼン	5	2	500	95	97	—
	7	2	500	93	100	97
	9	2	500	96	97	—
ヘキサクロロ ベンゼン	5	2	500	98	96	—
	7	2	500	98	95	96
	9	2	500	100	96	—

〔保存性試験〕

保存性試験結果を表8に示す。

河川水及び海水を 100 mL 試料容器に満水にし、標準物質 10.0 ng を添加して冷蔵保存し、7 日後にサロゲートを添加して全量を測定した。

7 日後、いずれの対象物質も 70%以上残存していた。

表8 保存性試験結果

試料名	検体数	物質名	初期濃度 (ng/L)	7 日後の残存率 (%)
河川水	2	1,2,4,5-テトラクロロベンゼン	100	79
		ペンタクロロベンゼン	100	79
		ヘキサクロロベンゼン	100	77
海水	2	1,2,4,5-テトラクロロベンゼン	100	88
		ペンタクロロベンゼン	100	84
		ヘキサクロロベンゼン	100	82

〔クリーンアップの検討〕

新潟市内の河川水を用いて、クリーンアップを行わない場合の妨害の確認を行ったところ、試料によっては、1,2,3,4-テトラクロロベンゼンの保持時間付近にピークが認められた。そのため、硫酸処理によるクリーンアップを検討した。

対象物質 10.0 ng を添加したヘキサン 1 mL に濃硫酸 1 mL を加え、1 分間強振した。静置後、硫酸層をパスツールピペットで除去し、ヘキサン層をヘキサン洗浄水 2 mL で洗浄したものを測定した。

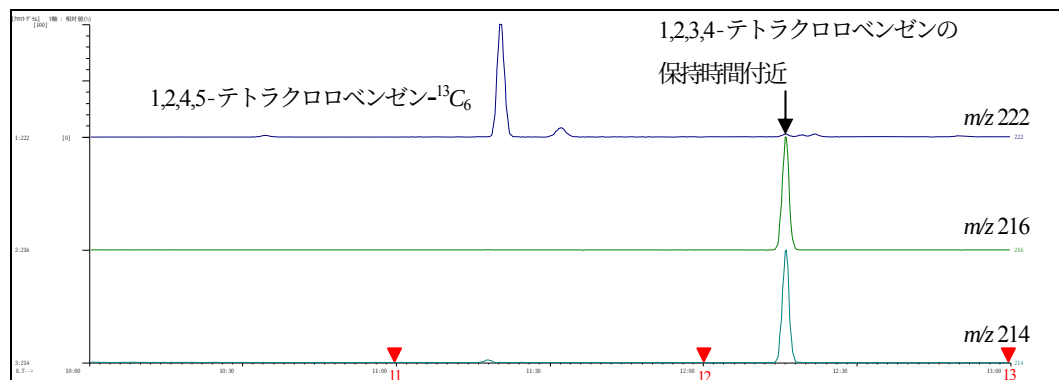
結果を表9に示す。対象物質の絶対回収率は良好な結果であった。

また、前述の試料を硫酸処理したところ、妨害ピークは消失した。このクロマトグラムを図9に示す。

表9 硫酸処理結果

物質名	添加量 (ng)	検体数	絶対回収率 (%)	変動係数 (%)
1,2,4,5-テトラクロロベンゼン	10.0	3	100	3.4
ペンタクロロベンゼン	10.0	3	99	3.2
ヘキサクロロベンゼン	10.0	3	99	3.8

硫酸処理前



硫酸処理後

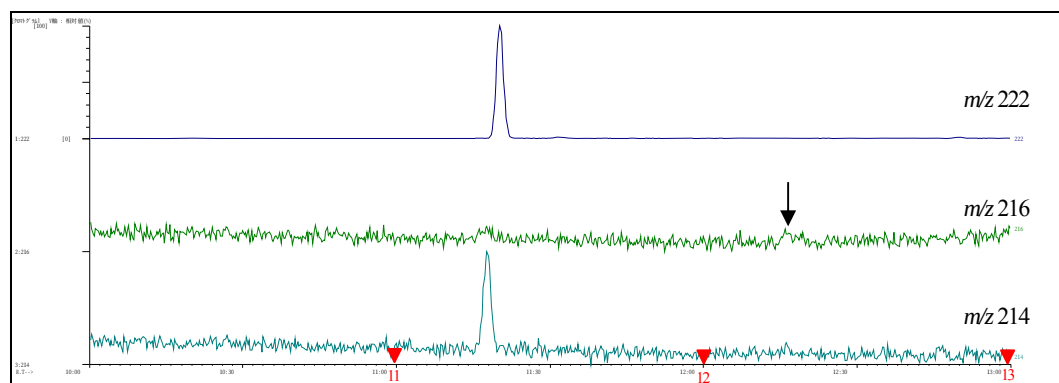


図9 硫酸処理によるクリーンアップ効果

[環境試料の分析]

環境試料のクロマトグラムを図10～図13に示す。河川水及び海水から対象物質は検出されなかった。

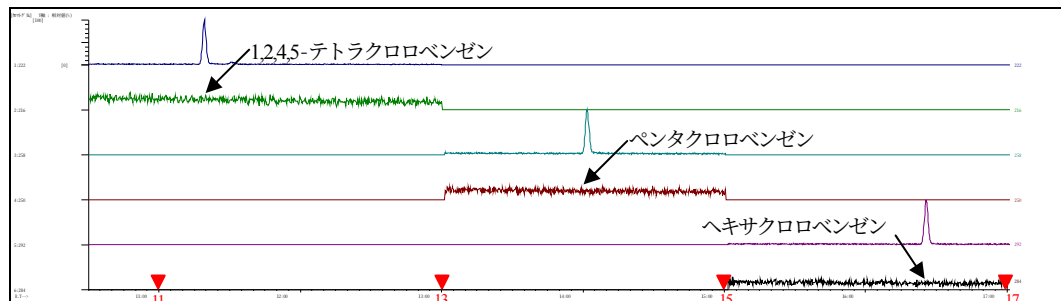


図10 河川水（無添加）のクロマトグラム（硫酸処理あり）

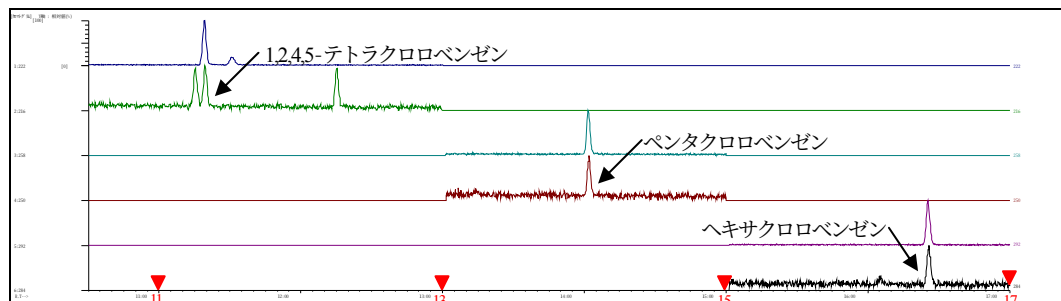


図11 河川水（添加）のクロマトグラム（硫酸処理あり）

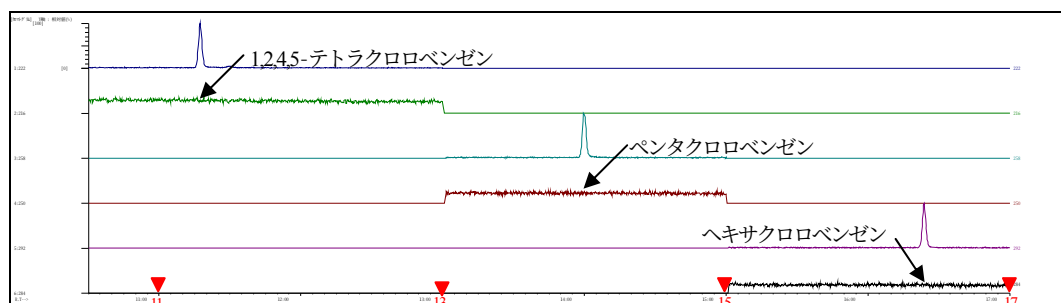


図12 海水（無添加）のクロマトグラム（硫酸処理なし）

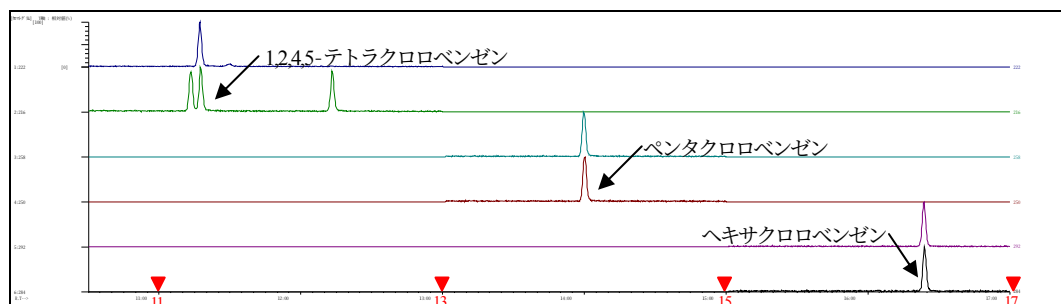


図13 海水（添加）のクロマトグラム（硫酸処理なし）

【評価】

本法における分析対象物質の MDL は 8.6～11 ng/L、MQL は 22～29 ng/L であった。河川水及び海水を用いた添加回収試験の回収率は、それぞれ 98～103%（サロゲート回収率 94～103%、変動係数 4.5～5.9%）及び 97～99%（サロゲート回収率 100～102%、変動係数 1.9～2.4%）であった。以上の結果から、本法は環境水中に含まれる 30 ng/L レベルの 1,2,4,5-テトラクロロベンゼン、ペンタクロロベンゼン及びヘキサクロロベンゼンの同時定量に適用可能であると判断される。

【参考文献】

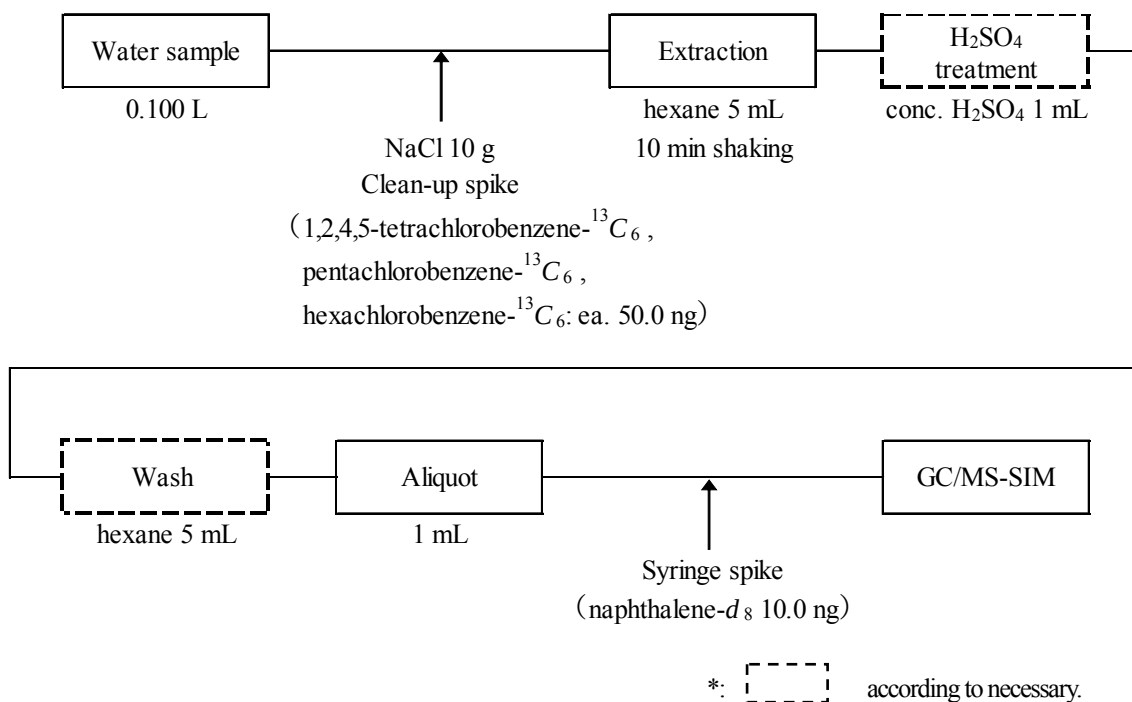
環境庁環境安全課 平成 10 年度 化学物質分析法開発調査報告書
(テトラクロロベンゼン等、神奈川県環境科学センター)

【担当者連絡先】

所属先名称 : 新潟県保健環境科学研究所
所属先住所 : 〒950-2144 新潟市西区曾和 314-1
TEL : 025-263-9417 FAX : 025-263-9410
担当者名 : 岩田聡美、茨木 剛、鈴木美智子、種岡 裕
E-mail : iwata.satomi@pref.niigata.lg.jp
ibaraki.tsuyoshi@pref.niigata.lg.jp
suzuki.michiko2@pref.niigata.lg.jp
taneoka.yutaka@pref.niigata.lg.jp

1,2,4,5-Tetrachlorobenzene, Pentachlorobenzene, Hexachlorobenzene

This method provides a procedure for the determination of 1,2,4,5-tetrachlorobenzene, pentachlorobenzene and hexachlorobenzene in water sample by gas chromatography/mass spectrometry with selected ion monitoring (GC/MS-SIM). A 0.100 L of water sample is poured into a 100 mL separatory funnel. The water sample is spiked with 1,2,4,5-tetrachlorobenzene- $^{13}\text{C}_6$, pentachlorobenzene- $^{13}\text{C}_6$, hexachlorobenzene- $^{13}\text{C}_6$ (50.0 ng each) as the surrogate, and added with 10 g of sodium chloride, and then the sample is extracted with 5 mL of hexane. If necessary, the extract is cleaned up with sulfuric acid. One milliliter of extract is added 10.0 ng of naphthalene- d_8 as an internal standard, and the analyte is determined by GC/MS-SIM. The method detection limit (MDL) of 1,2,4,5-tetrachlorobenzene, pentachlorobenzene and hexachlorobenzene are 8.6, 11, and 10 ng/L. The method quantification limit (MQL) of 1,2,4,5-tetrachlorobenzene, pentachlorobenzene and hexachlorobenzene are 22, 29, and 26 ng/L. The average of recoveries ($n = 7$) from 5.00 ng added river water was 98%-103%, and the relative standard deviation was 4.5%-5.9%. The average of recoveries ($n = 5$) from 25.0 ng added sea water was 97%-99%, and the relative standard deviation was 1.9%-2.4%.



物質名	分析法フローチャート	備 考
[1] 1,2,4,5-テトラクロロベンゼン [2] ヘキサクロロベンゼン [3] ヘキサクロロベンゼン 別名： ハークロロベンゼン	【水質】 塩化ナトリウム 10 g クリンアップス (1,2,4,5-テトラクロロベンゼン-$^{13}\text{C}_6$, ヘキサクロロベンゼン-$^{13}\text{C}_6$, ヘキサクロロベンゼン-$^{13}\text{C}_6$ 各 50.0 ng) 硫酸処理 濃硫酸 1 mL 洗浄 ヘキサン洗浄水 5 mL 分取 1 mL GC/MS-SIM シリコンス (ナフタレン-d_8 10.0 ng) *: [] は必要に応じて 実施の意。	分析原理： GC/MS-SIM 検出下限値： 【水質】(ng/L) [1] 8.6 [2] 11 [3] 10 分析条件： 機器 GC : Agilent 6890N MS : JEOL JMS-K9 カラム DB-17MS 30 m × 0.32 mm, 0.25 μm