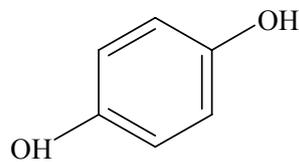


ヒドロキノン

Hydroquinone

別名：1,4-ジヒドロキシベンゼン、ハイドロキノン
1,4-Dihydroxybenzene、Hydroquinone

【対象物質の構造】



CAS 番号：123-31-9

分子式：C₆H₆O₂

【物理化学的性状】

[分子量]	110.11
[沸点]	285 ~ 287 ^{1) 2)}
[融点]	170 ~ 171 ¹⁾
[比重あるいは密度]	1.332 ³⁾
[水溶解度]	73.3 g/L(25 ⁴⁾)
[Log Pow]	0.59 ^{2) 5)}
[ヘンリー定数]	8.10×10^{-11} .atm・m ³ /mol(25 ⁶⁾ 、計算値 ⁶⁾
[蒸気圧]	6.7×10^{-4} mmHg(25 ^{2) 7)})
[分解性]	良分解性(標準法)：BOD(70%)、TOC(95.0%)、UV-VIS での測定値(97.2%) (試験期間 2 週間、被験物質 100 mg/L、活性汚泥 30 mg/L) ⁸⁾
[蓄積性(濃縮性)]	生物濃縮係数(BCF)：40(<i>Golden ide fish</i>)、40 ~ 65 (藻類) ⁹⁾

[媒体別残留予測（フィガシティーモデル等）]

表1 LEVEL	Fugacity モデルによる媒体別分配割合 ⁴⁾ (%)			
排出媒体 排出速度(kg/hr・km ²)	大気 1000	水域 1000	土壌 1000	大気/水質/土壌 1000 (各々)
大気	0.0	0.0	0.0	0.0
水域	24.1	99.8	20.2	37.1
土壌	75.9	0.0	79.8	62.9
底質	0.0	0.2	0.0	0.0

注) 数値は環境中で各媒体別に最終的に分配される割合を質量比として示したものの

- 1) O'Neil, The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals 13th Edition, Merck Co. Inc. (2001)
- 2) (財)化学物質評価研究機構、化学物質安全性(ハザード)評価シート(1999)
- 3) Budavari, The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals 11th Edition, Merck and Co. Inc. (1989)[HSDB]
- 4) Yalkowsky *et al.*, Aquasol Database of Aqueous Solubility Version 5, College of Pharmacy, University of Arizona (1992)
- 5) Hansch *et al.*, Exploring QSAR-Hydrophobic, Electronic and Steric Constants, American Chemical Society (1995)
- 6) Syracuse Research Corporation(SRC),HENRYWIN v3.10
(<http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/episutedl.htm> よりダウンロード)により計算された結果を示した。
- 7) Daubert *et al.*, Physical and Thermodynamic Properties of Pure Chemicals, Data Compilation, Hemisphere Publishing Co.(1989)
- 8) (独)製品評価技術基盤機構、既存化学物質安全性点検データ
- 9) Freitag *et al.*, Chemosphere, 14, 1589-616(1985)[HSDB]

【有害性】

表 2 生態系に対する影響

有害性の種類	濃度 ($\mu\text{g/L}$)	生物種	試験の内容	文献
(生態) 毒性	610	藻類(<i>Dunaliella salina</i>)	3h-遊泳細胞の停止	1
(生態) 毒性	240	その他(<i>Brachionus calyciflorus</i>)	24h-LC ₅₀	2
(生態) 毒性	120	甲殻類(<i>Daphnia magna</i>)	EC ₅₀	3
(生態) 毒性	97	魚類(<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	96h-LC ₅₀	4
(生態) 毒性	70	甲殻類 (<i>Streptocephalus rubicaudatus</i>)	24h-LC ₅₀	2
(生態) 毒性	50	甲殻類(<i>Daphnia magna</i>)	96h-LC ₅₀	5
(生態) 毒性	44	魚類(<i>Pimephales promelas</i>)	96h-LC ₅₀	4,6, 7,8
(生態) 毒性	44	魚類(<i>Pimephales promelas</i>)	96h-LC ₅₀	9

- 1) Stom, Influence of Polyphenols and Quinones on Aquatic Plants and Their Blocking of SH-Groups, Acta hydrochimica et hydrobiologica, 5(3), 291-298 (1997)
[化学物質の環境リスク評価 第2巻]
- 2) Crisinel *et al.*, Cyst-Based Ecotoxicological Tests Using Anostracans: Comparison of Two Species of Streptocephalus, Environmental Toxicology and Water Quality, 9(4), 317-326 (1994)
[化学物質の環境リスク評価 第2巻, 第5巻]
- 3) Bringmann *et al.*, Results of Toxic Action of Water Pollutants on *Daphnia magna* Straus Tested by an Improved Standardized Procedure, Journal for Water and Wastewater Research, 15(1), 1-6(GER)(END ABS)(OECDG Data File) (1982)[AQUIRE]
- 4) DeGraeve *et al.*, Acute and Embryo-Larval Toxicity of Phenolic Compounds to Aquatic Biota, Archives Environmental Contamination and Toxicology, 9(5), 557-568 (1980)
[化学物質の環境リスク評価 第2巻, 第5巻]
- 5) Bringmann *et al.*, Findings concerning the harmful effect of Water pollutants on *Daphnia magna*, Journal for Water and Wastewater Research, 10, 161-166(1997)[OECD-SIDS]
- 6) DeGraeve *et al.*, Acute and Embryo-Larval Toxicity of Phenolic Compounds to Aquatic Biota, Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 9(5), 557-568(1980)
[EHC157]

- 7) DeGraeve *et al.*, Acute and Embryo-Larval Toxicity of Phenolic Compounds to Aquatic Biota, Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 9(5), 557-568 (1980) [AQUIRE]
- 8) DeGraeve *et al.*, Acute and Embryo-Larval Toxicity of Phenolic Compounds to Aquatic Biota, Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 9(5), 557-568 (1980) [IUCLID]
- 9) U.S.EPA, Pre-SIAR meeting comments (1995) [OECD-SIDS]

表 3 健康に対する影響

試験の種類	濃度	生物種	試験の内容	文献
経口投与	320 mg/kg bw	ラット	急性毒性、LD ₅₀	1
経口投与	100 mg/kg/day	ラット	慢性毒性値、NOAEL	2
経口投与	75 mg/kg/day	白ウサギ	慢性毒性値、NOAEL	3
経口投与	74 mg/kg/day	ラット	慢性毒性値、NOAEL	4
経口投与	70 mg/kg/day	ネコ	慢性毒性値、LD ₅₀	5
経口投与	25 mg/kg/day	ラット	慢性毒性値、LOAEL	6
経口投与	20 mg/kg/day	ラット	慢性毒性値、NOAEL	7
経口投与	15 mg/kg/day	ラット	慢性毒性値、NOAEL	8
経口投与	15 mg/kg/day	ラット	慢性毒性値、NOAEL	9
経口投与	15 mg/kg/day	ラット	慢性毒性値、NOAEL	10

- 1) Budavari, The Merck Index-An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals 11th Edition, Merck and co. Inc, (1989)[HSDB]
- 2) Krasavage *et al.*, Hydroquinone: A developmental toxicity study and in rats, Fundamental and Applied Toxicology, 18, 370-375(1992) [化学物質の環境リスク評価 第5巻]
- 3) Murphy *et al.*, A study of developmental toxicity of hydroquinone in the rabbit, Fundamental and Applied Toxicology, 19, 214-221(1992) [化学物質の環境リスク評価 第5巻]
- 4) David, NDMA High HQ Formulation Cream, A Thirteen-Week Dermal Toxicity and Cell Proliferation Study in the Rat(unpublished report), Nonprescription Drug Manufacturers Association(1994)[OECD-SIDS]
- 5) Woodard, The toxicity, mechanism of action, and metabolism of hydroquinone, Washington, DC., George Washington University, 81(Dissertation)(1951)[EHC157]
- 6) National Toxicology Program(NTP), Toxicology and carcinogenesis studies of hydroquinone(CAS No.123-31-9) in F344/N rats and B6C6F₁ mice(gavage studies), TR-366[化学物質の環境リスク評価 第5巻]
- 7) Eastman Kodak Co., Subchronic oral toxicity study of hydroquinone in rats utilizing a functional-observational battery and neuropathology to detect neurotoxicity, NTIS/OTS0516696(1988)[化学物質の環境リスク評価 第5巻]

- 8) Blacker *et al.*, A two-generation Reproduction Study with hydroquinone in rats, Fundamental and Applied Toxicology, 21, 420-424(1993)[化学物質の環境リスク評価 第5巻]
- 9) Schroeder *et al.*, A two-generation Reproduction Study in Rats with Hydroquinone(Unpublished report) Eastman Kodak Internal Report TX-90-13, Bio-dynamics Inc., East Millstone, NJ(1989)[OECD-SIDS]
- 10) Bio/dynamics Inc., A two-generation Reproduction Study in rats with hydroquinone(Project No.87-3219), Final report, East Millstone, New Jersey, Bio/dynamics Inc., (Prepared for the Chemical Manufacturers Association, Washington)(1989)[EHC157]

§1 分析法

(1) 分析法の概要

水質試料は、サロゲート物質としてヒドロキノン- d_6 を添加し、ヘキサン洗浄後、ペンタフルオロベンゾイルクロリドで誘導体化を行い、これをヘキサンで抽出する。脱水後、内標準物質としてフルオランテン- d_{10} を添加しGC/MSで定量する。

(2) 試薬・器具

【試薬】(注1)(注2)

ヒドロキノン：和光純薬工業株式会社 試薬特級

ヒドロキノン- d_6 ：Cambridge Isotope Laboratories (含量 98%以上)

ペンタフルオロベンゾイルクロリド (PFBC)：東京化成工業株式会社 (注3)

フルオランテン- d_{10} 1 mg/mL：関東化学株式会社 環境分析用

ヘキサン：和光純薬工業株式会社 特級

リン酸：和光純薬工業株式会社 特級

無水硫酸ナトリウム：関東化学株式会社 特級

炭酸水素ナトリウム：関東化学株式会社 特級

水：精製水

リン酸(1+100)：水 100mL にリン酸 1mL を加え混合したもの

5%炭酸水素ナトリウム水溶液：炭酸水素ナトリウム 50 g を水 1 L に溶解したもの。

【器具】

分液ロート、マイクロシリンジ、メスシリンダー、マイクロピペット(注4)、ロート、なす形フラスコ、パスツールピペット、10 mL スピッツ型試験管、メスフラスコ、ホールピペット、

振とう機、ロータリーエバポレーター、窒素吹き付け装置

(3) 分析法

【試料の採取及び採取試料の前処理】

試料は採取後、リン酸(1+100)を用いて pH を 5 程度とする。冷蔵で保管し、24 時間以内に誘導体化の処理を行う。その他、採取及び前処理については、環境省「化学物質環境実態調査実施の手引き」(平成 18 年 3 月)に従う。

【試験液及び空試験液の調製】

[水質試料]

試料 500 mL を 1 L の分液ロートにとり、サロゲート物質として 0.5 µg/mL ヒドロキノン- d_6 溶液を 0.05 mL 添加後、ヘキサン 100 mL を加え 3 分間振とう洗浄する。水層を 1 L の分液ロートに移し、PFBC 0.25 mL を添加し、5%炭酸水素ナトリウム溶液 25 mL を加え、10 分間振とうし誘導体化を行う。ヘキサン 150 mL を加え 5 分間振とうし抽出を行う。ヘキサン層を無水硫酸ナトリウムで脱水し、300 mL のフラスコにとりロータリーエバポレーターを用いて減圧下 40 °C で 5 mL 程度まで濃縮後、5 mL の目盛り付き濃縮試験管に移し、内標準物質として 0.5 µg/mL フルオランテン- d_{10} を 0.05 mL 加え、窒素ガスを吹きつけ 0.5 mL に定容して試験液とする。

試料と同じ量の水を用い、前述した採取試料の前処理及び試験液の調製方法に従って操作し、得られた溶液を空試験液とする。

【標準液の調製】(注 5)

[標準原液]

ヒドロキノン 1000 mg を正確に秤取り、100 mL 容全量フラスコに移し、水を標線まで加えて 10 mg/mL 標準原液とする。

[検量線用標準液]

標準原液を水で希釈し、2 ~ 100 ng/mL の検量線用標準液を調製する。

[サロゲート溶液]

ヒドロキノン- d_6 を 50 mg 秤取り、50 mL 容全量フラスコに移し、水を標線まで加え 1 mg/mL サロゲート原液とする。サロゲート原液を水で希釈し、0.5 µg/mL サロゲート溶液とする。

[内標準液]

フルオランテン- d_{10} 1 mg/mL をヘキサンで希釈し、0.5 µg/mL 内標準液とする。

【測定】

〔GC/MS 条件〕

装置	: 6890N/5973inert	Agilent Technologies 製
カラム	: DB-5ms	関東化学株式会社 (内径 0.25 mm × 長さ 30 m, 膜厚 0.25 μm)
昇温条件	: 60 (1min) 20 /min 320 (10min)	
注入法	: スプリットレス	
注入口温度	: 250	
注入量	: 2 μL	
キャリアーガス	: He (流量 1.0 mL/min)	
インターフェイス温度	: 280	
イオン源温度	: 230	
イオン化法	: EI	
イオン化エネルギー	: 70 eV	
四重極温度	: 150	
測定モード	: SIM	
モニターイオン	:	
対象物質		
ヒドロキノンの PFBC 誘導体化物	定量用 m/z 498 確認用 m/z 499	
サロゲート物質		
ヒドロキノン- d_6 の PFBC 誘導体化物	m/z 502	
内標準物質		
フルオランテン- d_{10}	m/z 212	

〔検量線〕

試料と同じ量の水を 1 L の分液ロートにとり、各標準液を 1 mL 添加する。サロゲート溶液 0.05 mL を添加後、PFBC を 0.25 mL 及び 5%炭酸水素ナトリウム溶液 25 mL を加え、10 分間振とうし、誘導体化する。ヘキサン 150 mL を加え 5 分間振とう抽出後、ヘキサン層を無水硫酸ナトリウムで脱水し、300 mL ナスフラスコにとる。エバポレーターで濃縮後、0.5 μg/mL フルオランテン- d_{10} を 0.05 mL 加えヘキサンで 0.5 mL とし、検量線用試験液とする。これらを GC/MS に導入し、各標準物質とサロゲート物質の濃度比と得られた各標準物質とサロゲート物質のピーク面積比から検量線を作成する。

〔定量〕

試験液を GC/MS に導入し、得られた対象物質とサロゲート物質のピーク面積比から検量線により試験液中の濃度比を求める。

〔濃度の算出〕

水質試料中の濃度 $C(\mu\text{g/L}) = R \times Q / V$

R：検量線から求めた対象物質濃度をサロゲート物質濃度で割った比

Q：試料中に添加したサロゲート物質の量(ng)

V：試料量(mL)

〔装置検出下限値(IDL)〕

表 4 IDL の算出結果 (注 5)

物質名	IDL (ng/mL)	試料量 (mL)	最終液量 (mL)	IDL 試料換算値 (ng/mL)
ヒドロキノン	0.97	500	0.5	0.00097

〔測定方法の検出下限値 (MDL)、定量下限値 (MQL)〕

表 5 MDL の算出結果 (注 6)

物質名	試料量 (L)	最終液量 (mL)	検出下限値 ($\mu\text{g/L}$)	定量下限値 ($\mu\text{g/L}$)
ヒドロキノン	0.5	0.5	0.0015	0.0039

注 解

(注 1)

ここで示す製品は実際に使用した商品を掲げたが、これらを推奨するわけではなく、これらと同等以上の品質、性能のものを用いても問題ない。

(注 2)

使用前に (3) の空試験を行い、使用の適否を確認する。サロゲート物質からヒドロキノンが検出される可能性があるので確認をする。

(注 3)

腐食性及び有害性がある。また、水、エタノールと激しく反応し塩化水素を発生ため取扱いに注意し、保護具及び局所排気装置を使用する。

(注 4)

PFBC の添加に用いる。

(注 5)

標準液を希釈し調製する場合は全量ピペットを用いる。

(注 6)

装置検出下限 (IDL) は、「化学物質環境実態調査実施の手引き」(平成 18 年 3 月)に従って、表 6 のとおり算出した。

表 6 IDL の算出結果

対象物質名	ヒドロキノン
試料量(L)	0.5
最終液量(mL)	0.5
導入液濃度(ng/mL)	2
結果 1(ng/mL)	2.08
結果 2(ng/mL)	1.98
結果 3(ng/mL)	1.75
結果 4(ng/mL)	2.27
結果 5(ng/mL)	2.52
結果 6(ng/mL)	2.30
結果 7(ng/mL)	2.30
平均値(ng/mL)	2.171
標準偏差(ng/mL)	0.25
IDL(ng/mL)	0.97
IDL 試料換算値(μg/L)	0.00097
S/N 比	8
CV(%)	12

* IDL=t(n-1,0.05) × σ_{n-1} × 2

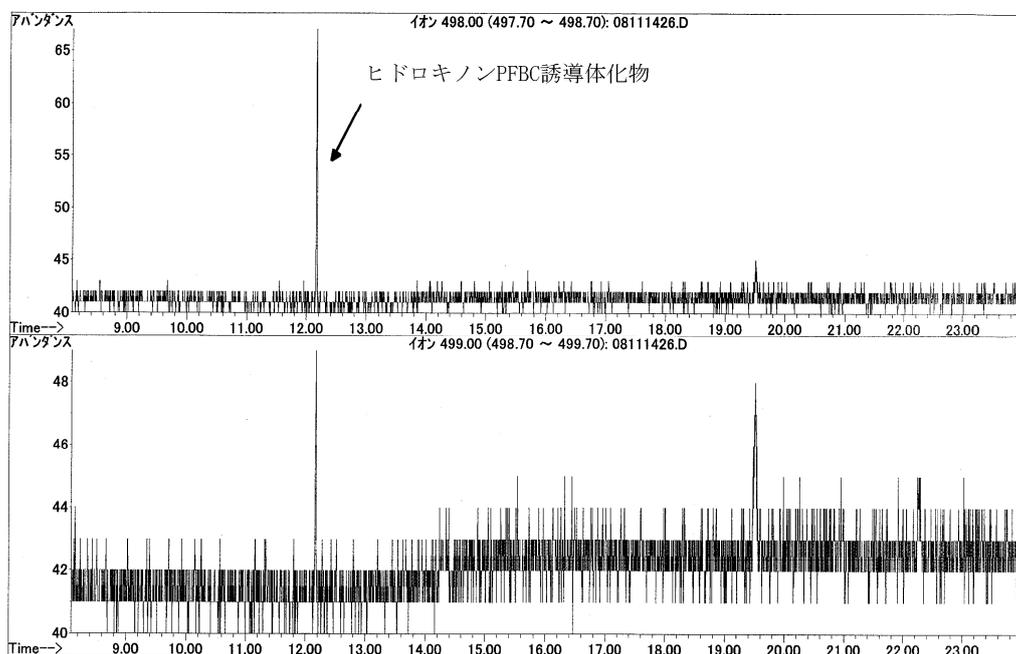


図 1 標準物質(IDL 測定)

(注 7)

測定方法の検出下限 (MDL) 及び定量下限 (MQL) は、「化学物質環境実態調査実施の手引き」(平成 18 年 3 月) により、表 7 のとおり算出した。

表 7 MDL 及び MQL の算出結果

対象物質名	ヒドロキノン
試料	河川水
試料量(L)	0.5
標準添加量(ng)	2.0
試料換算濃度(μg/L)	0.004
最終液量(mL)	0.5
注入液濃度(ng/mL)	4
装置注入量(μL)	2
操作ブランク平均(μg/L)	<0.0015
無添加平均(μg/L)	<0.0015
結果 1 (μg/L)	0.00377
結果 2 (μg/L)	0.00353
結果 3 (μg/L)	0.00361
結果 4 (μg/L)	0.00461
結果 5 (μg/L)	0.00410
結果 6 (μg/L)	0.00379
結果 7 (μg/L)	0.00355
平均値(μg/L)	0.003851
標準偏差(μg/L)	0.00039
MDL(μg/L)	0.0015
MQL(μg/L)	0.0039
S/N 比	12
CV(%)	10
要求感度(μg/L)	0.007

* MDL = $t(n-1, 0.05) \times \frac{s}{\sqrt{n-1}} \times 2$

* MQL = $\frac{s}{\sqrt{n-1}} \times 10$

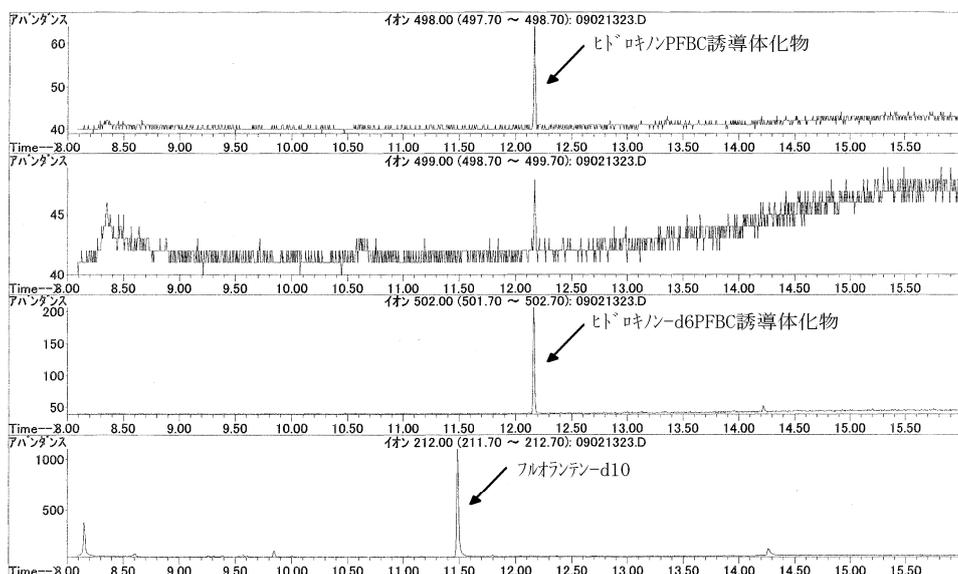


図 2 MDL 試験試料のクロマトグラム

§ 2 解説

【分析法】

〔フローチャート〕

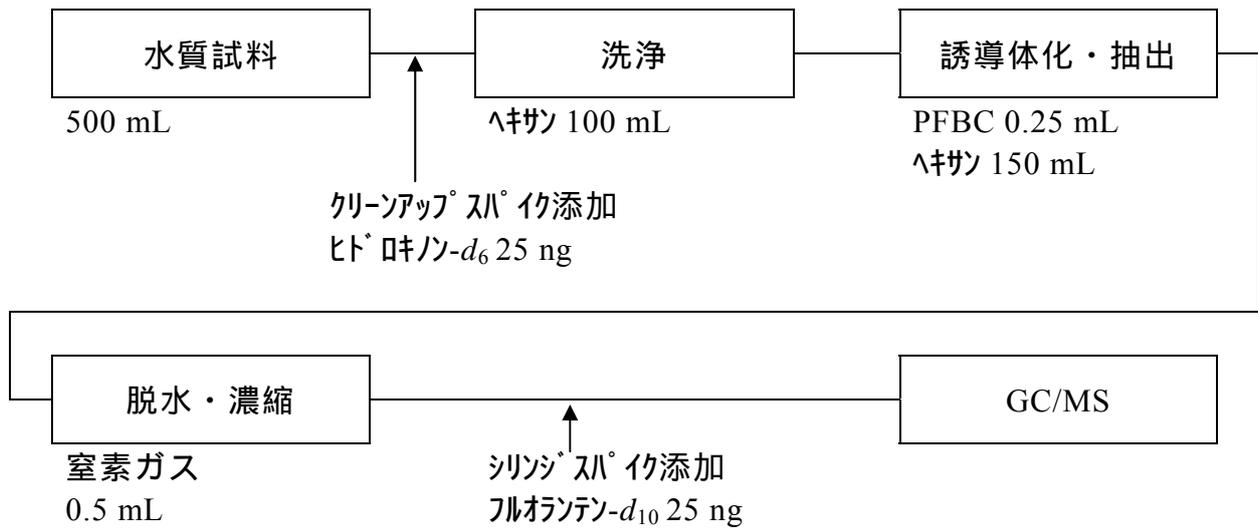


図 3 分析法のフローチャート

〔検量線〕

検量線を次に示した。

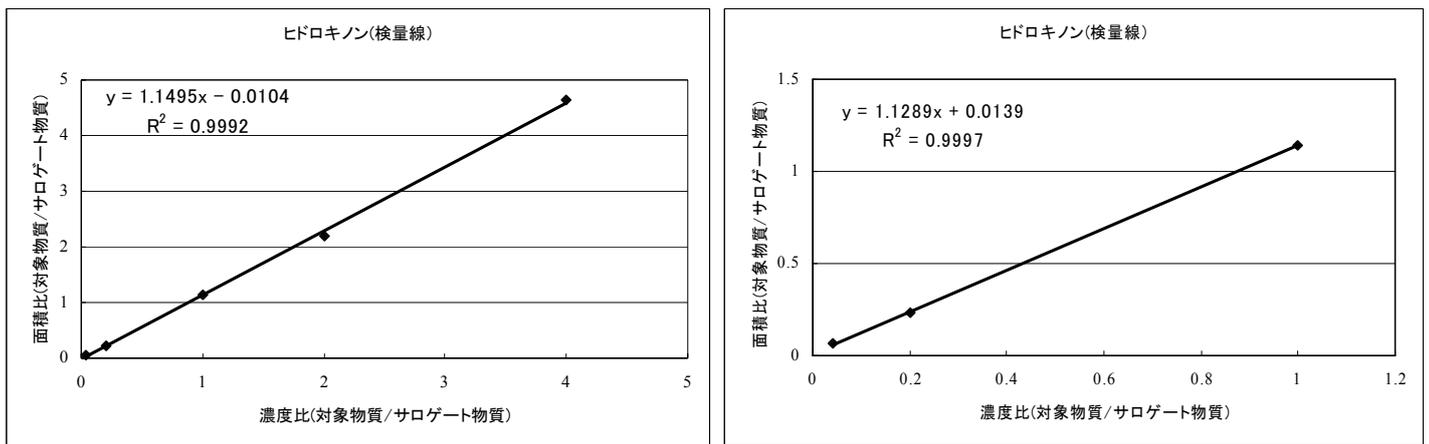


図 4 検量線 (サロゲート物質濃度、0.05 µg/L
試料換算濃度、0.002 ~ 0.2 µg/L (左図) ; 0.002 ~ 0.05 µg/L (右図))

検量線作成用データ一覧

標準試料濃度 (単位：μg/L)	応答値		応答比
	調査対象物質 【ヒドロキノン PFBC 誘導体】	サロゲート物質 【ヒドロキノン- d ₆ -PFBC 誘導体】	
0.002	267	3954	0.068
0.01	893	3890	0.23
0.05	5107	4462	1.1
0.1	9407	4279	2.2
0.2	19801	4276	4.6

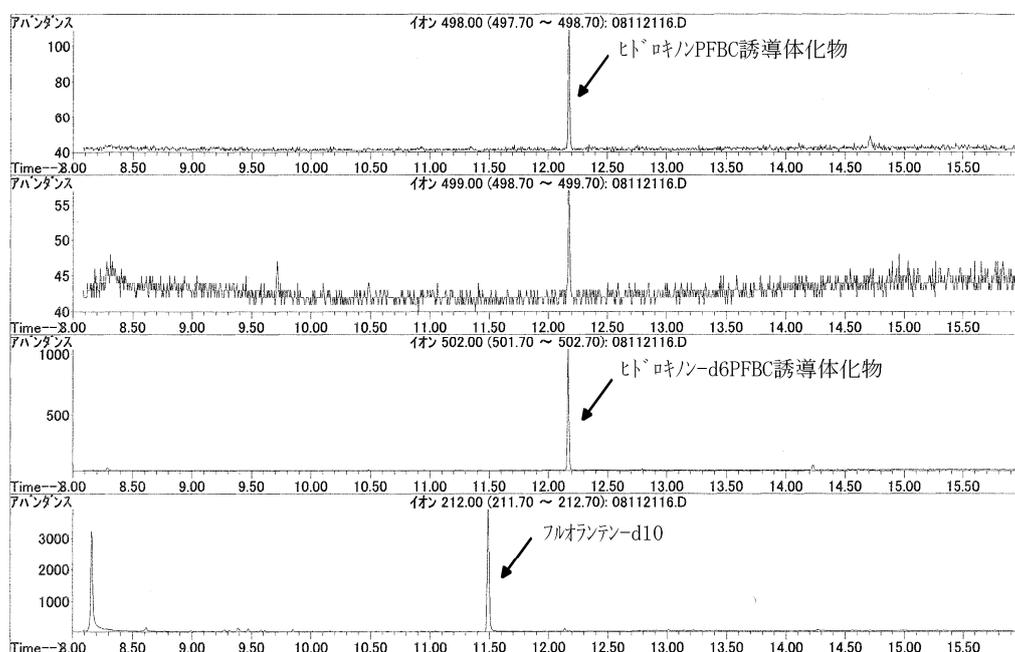


図 5 検量線最小濃度(0.002 ng/mL)のクロマトグラム

〔標準物質のマススペクトル〕

標準物質のマススペクトルを次に示した。

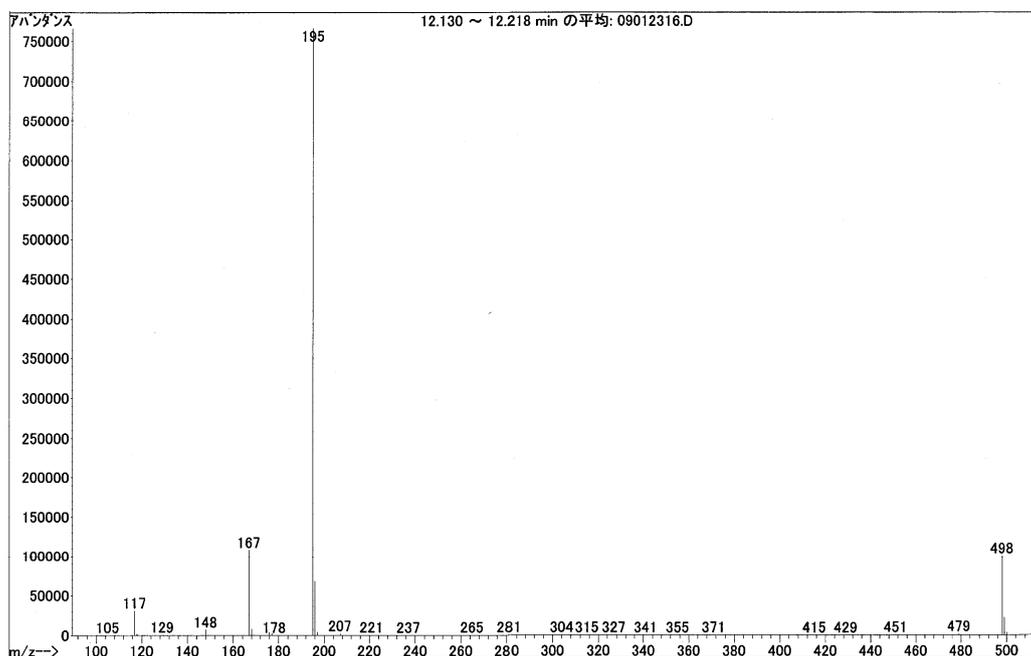


図 6 標準物質(ヒドロキノン-PFBC 誘導体)のマススペクトル

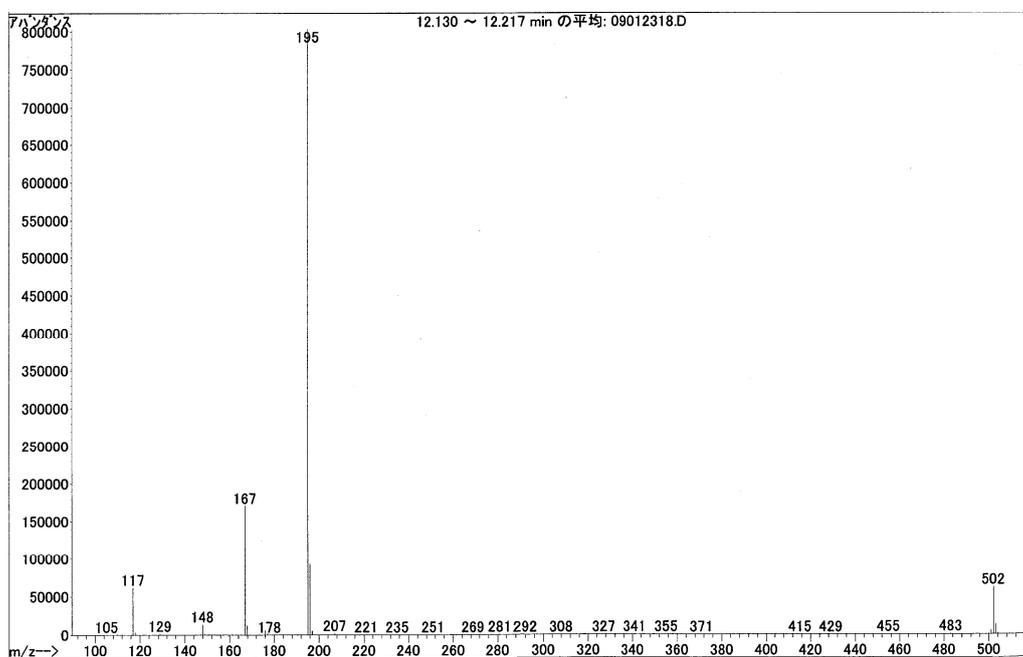


図 7 サロゲート物質(ヒドロキノン- d_6 -PFBC 誘導体)のマススペクトル

〔操作ブランク〕

操作ブランク試験は、MDLの1/2程度のピークが検出された。サロゲート物質(ヒドロキノン-*d*₆)を添加しなかった場合、操作ブランクは半減した。また、PFBCの添加量を2倍量の0.5 mLとしてもピーク強度の変化は認められなかった。なお、試験に際しては操作ブランクを確認しておくこと。

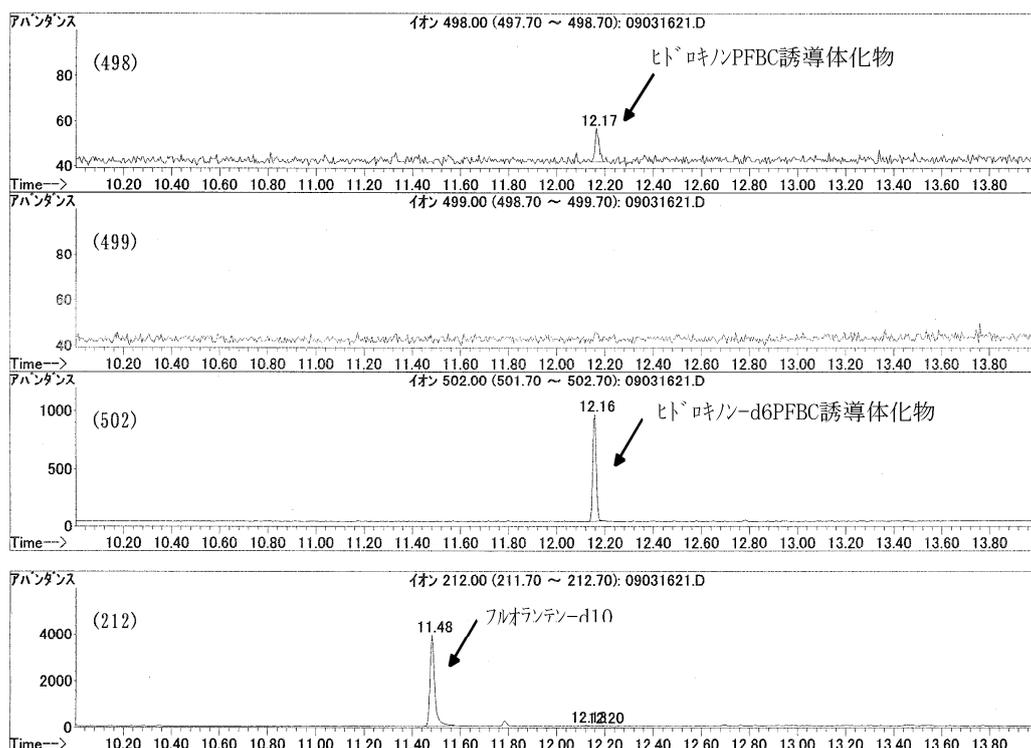


図8 操作ブランクのクロマトグラム

〔添加回収試験結果〕

河川水(多摩川)及び海水(三浦海岸)への添加回収試験結果を示した。

表8 添加回収試験結果

試料	試料量 (mL)	添加量 (ng)	測定 回数	検出濃度 ($\mu\text{g/L}$)	回収率 (%)	CV (%)
河川水(多摩川)	500	無添加	1	0.029	-	-
	500	50	5	0.090-0.093	90.1-92.6	1.1
海水(三浦海岸)	500	無添加	1	0.007	-	-
	500	50	1	0.10	102	-

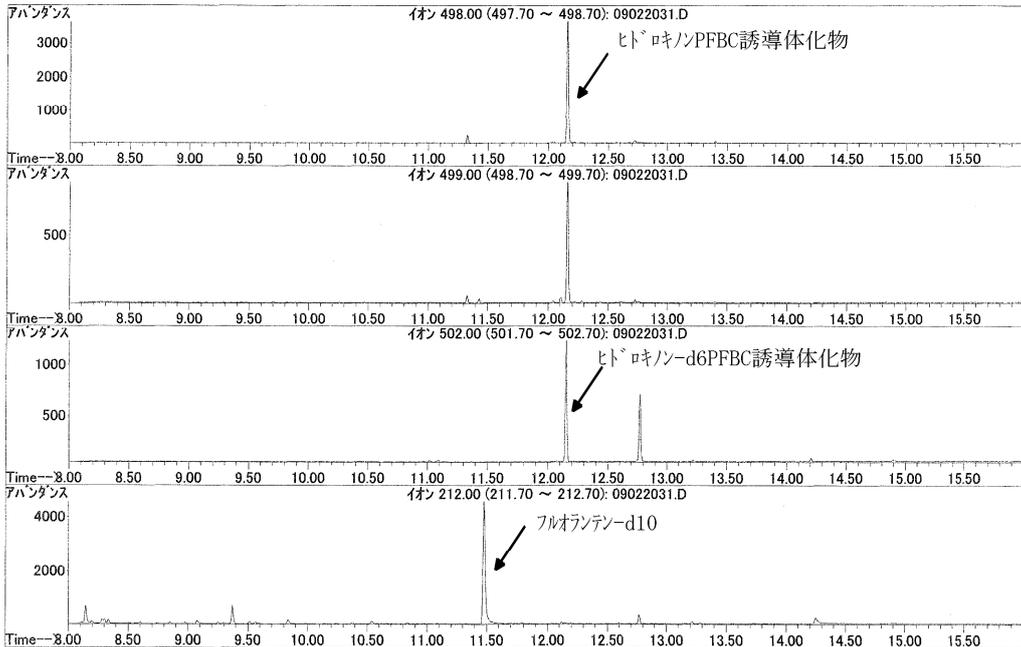


図9 添加回収試料(河川水)のクロマトグラム

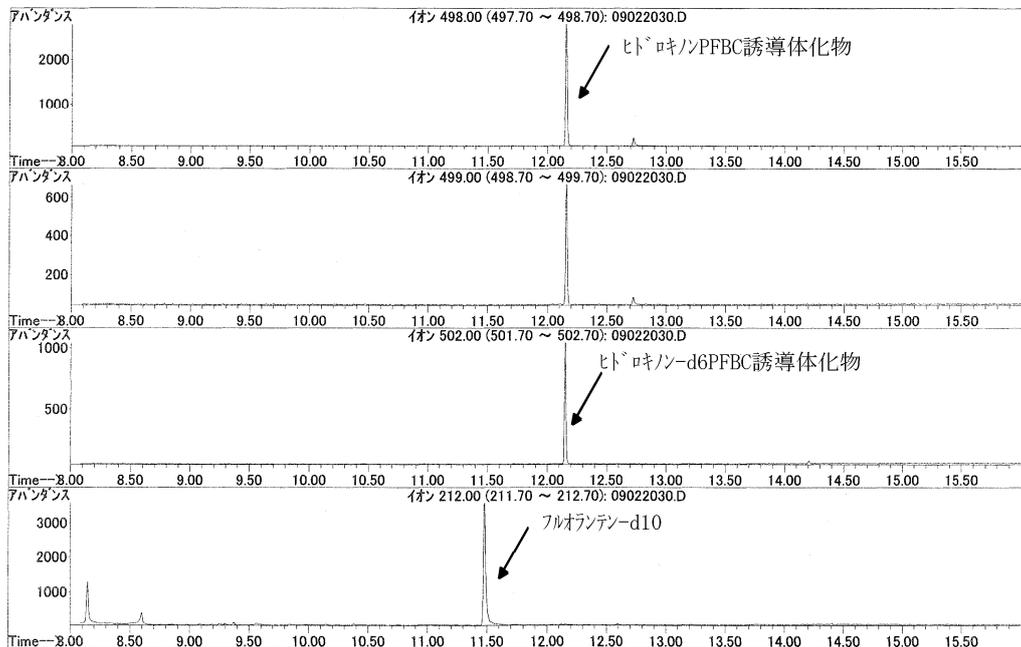


図10 添加回収試料(海水)のクロマトグラム

〔分解性スクリーニング試験結果〕

分解性スクリーニング試験結果を表 9 に示した。pH 調整溶液はリン酸緩衝液を使用した。

表 9 分解性スクリーニング試験結果

pH	初期濃度 ($\mu\text{g/L}$)	1 時間後の 残存率(%)	5 日後の残存率(%)	
			暗所	明所
5	10	115.9	53.3	-
7	10	108.3	39.0	58.8
9	10	15.7	0.0	-

〔保存性試験結果〕

海水（東京湾）の保存性試験結果を表 10 に示した。pH 調整はリン酸(1+100)を使用し、pH5 程度とした。

本試験で用いた海水(pH8.4)500 mL に対して、リン酸(1+100)を 7.7 mL 加えると pH5.0 となった。

表 10 保存性試験結果

試料	初期濃度 ($\mu\text{g/L}$)	保存条件	残存率(%)		
			1 日後	3 日後	7 日後
海水（三浦海岸）	0.1	常温	72.7	39.6	16.9
		冷蔵	93.0	80.4	71.6

〔その他検討結果〕

〔サロゲート物質の回収率の確認〕

平成 7 年度化学物質分析法開発調査ヒドロキノン（札幌市衛生研究所）を参考に、試料量 500 mL をヘキサン 150 mL で 1 回抽出することとしたところ、90%以上のサロゲート回収率が得られたため参考方法と同様に抽出回数は 1 回とした。

〔誘導体化試薬（PFBC）の添加量の検討〕

誘導体化試薬及び反応時間は、平成 7 年度化学物質分析法開発調査ヒドロキノン（札幌市衛生研究所）によるものとしたが、添加量について検討を行った。ヒドロキノン 1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ の溶液 100 mL に、PFBC の添加量を 0.05 mL、0.1 mL、0.2 mL と変えて測定したところ、0.05 mL 添加に対しそれぞれ 96%及び 88%となった。この結果から試料 100 mL に対しては 0.05 mL 添加で十分とみなし、試料 500 mL に対しては 0.25 mL 添加とした。

異性体の分離を確認した結果を図 11 に示した。

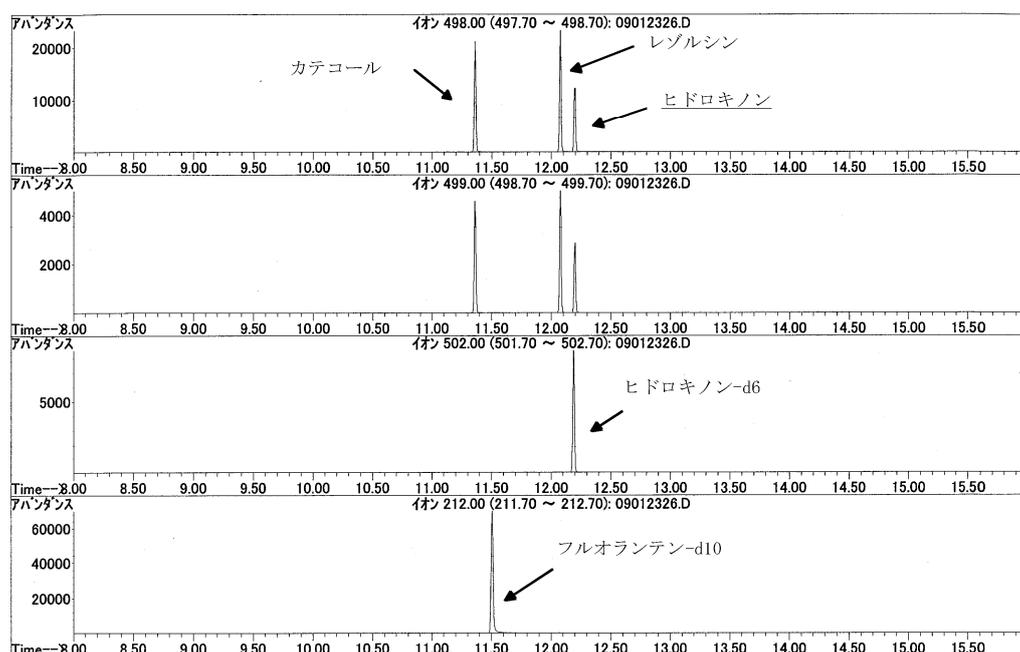


図 11 異性体分離確認のクロマトグラム

〔環境試料の分析〕

河川水（多摩川）からは、対象物質が 0.029 $\mu\text{g/L}$ の濃度で検出された。

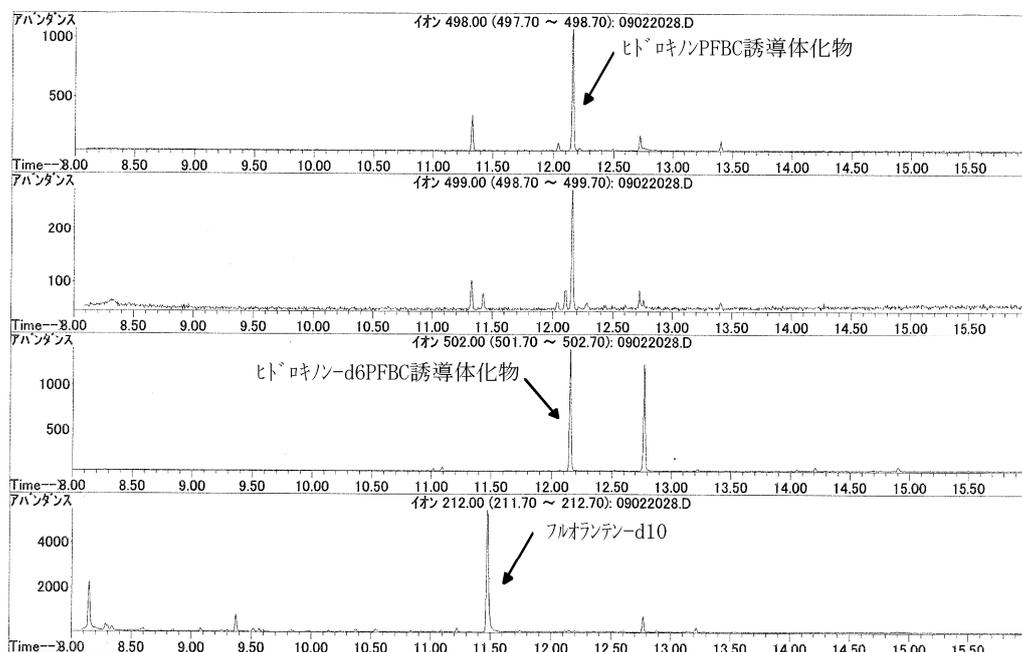


図 12 河川水（多摩川）のクロマトグラム

海水（三浦海岸）からは、対象物質が 0.007 $\mu\text{g/L}$ の濃度で検出された。

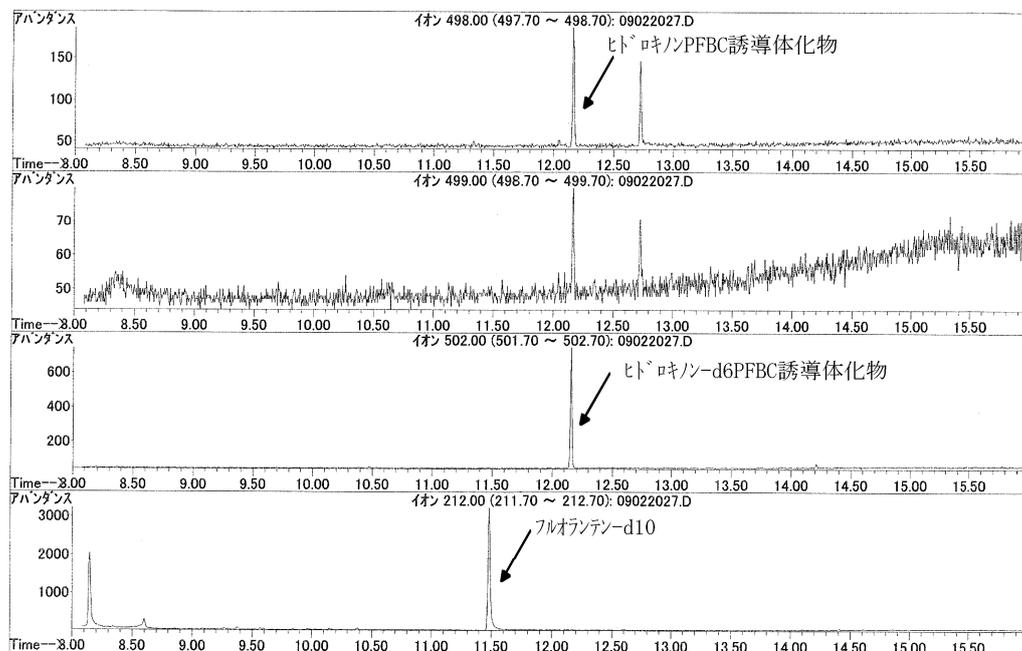


図 13 海水（三浦海岸）のクロマトグラム

【評価】

本法により、水試料中のヒドロキノン は 0.004 µg/L レベルでの定量が可能である。

【参考文献】

平成 7 年度化学物質分析法開発調査報告書、pp. 78-89、ヒドロキノン（札幌市衛生研究所）

【担当者氏名・連絡先】

担当：財団法人 日本食品分析センター

住所：〒206-0025 東京都多摩市永山 6-11-10

TEL：042-372-6707 FAX：042-372-6942

担当者：嶋内裕、福沢恵美子、野村孝一

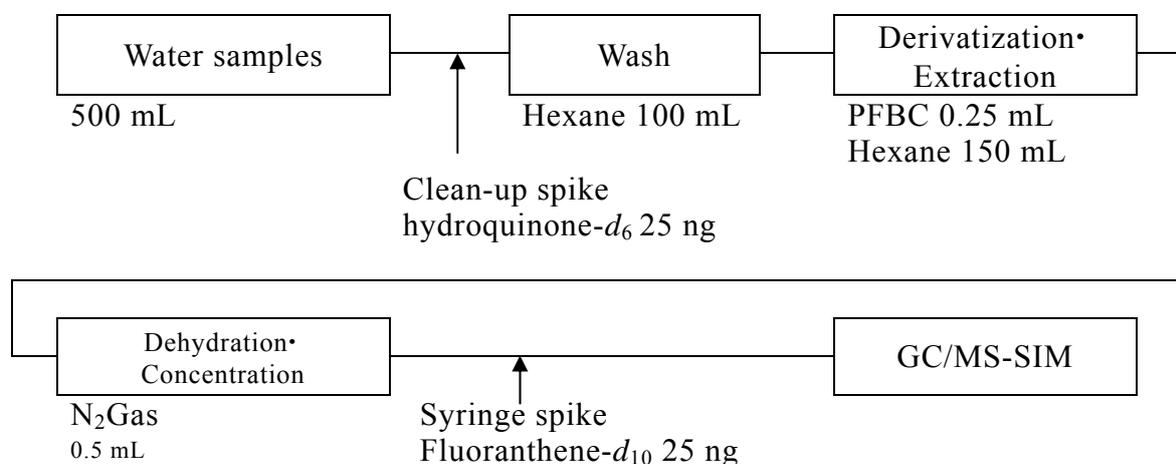
E-mail：shimauchih@jfrl.or.jp

Hydroquinone

This method provides procedures for the determination of hydroquinone in water samples by gas chromatography/mass spectrometry with selected-ion monitoring (GC/MS-SIM).

500 mL of water sample spiked with 25 ng hydroquinone-*d*₆ as a surrogate is washed with 100 mL of hexane for 3 minutes. The aqueous layer, to which 0.25 mL of PFBC and 25 mL of 5% Na₂CO₃ solution are added, is shaken for 10 minutes for derivatization, and then extracted with 150 mL of hexane using a separatory funnel. The hexane extract is dehydrated with anhydrous Na₂SO₄ and concentrated to a volume of 5 mL or less with rotary evaporator under reduced pressure at 40 degrees C. Then the extract is spiked with 25 ng fluoranthene-*d*₁₀ as an internal standard and concentrated to 0.5 mL with a nitrogen stream.

The analytes are determined by GC/MS-SIM as the monitoring ion of *m/z* 498 for the native substance and *m/z* 502 for the surrogate. The method detection limit (MDL) of hydroquinone was 0.0015 µg/L. The recoveries from 0.10 µg/L hydroquinone added river water and sea water were 90.1-92.6% and 102%, respectively.



物質名	分析法フローチャート	備考
<p>ヒドロキノン</p> <p>別名：1,4-ジヒドロキシベンゼン、ヒドロキノン</p>	<p>【水質】</p> <pre> graph TD A["水質試料 500 mL"] --> B["洗浄 メタノール 100 mL"] C["クリーンアップ メタノール添加 ヒドロキノン-d6 25 ng"] --> A B --> D["誘導体化・抽出 PFBC 0.25 mL メタノール 150 mL"] D --> E["脱水・濃縮 窒素ガス 0.5 mL"] F["シリリング メタノール添加 フルオランテン-d10 25 ng"] --> E E --> G["GC/MS"] G --> D </pre>	<p>分析原理： GC/MS-SIM-EI</p> <p>検出下限値： 【水質】(μg/L) 0.0015</p> <p>分析条件： 機器 GC：Agilent 6890N MS：Agilent 5973inert カラム DB-5ms (関東化学 (株)製) 0.25mm × 30m、0.25μm</p>