

田悠祐, チャウ ティーカムホン, 門上希和夫, 日本水環境学会九州支部研究発表会 (2014.3.1 鹿児島県霧島市)

- 15) LC/TOF-MS を用いた水試料中の難揮発性化学物質の網羅分析法開発, 吉田悠祐, 伊福知美, チャウ ティーカムホン, 門上希和夫, 第 47 回日本水環境学会年会 (2013.3.18 仙台市)

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案特許

なし

3. その他

なし

H. 参考文献

- 1-1) 厚生労働省 (2013) 農薬類の分類の見直しについて. 厚生労働省健康局水道課長通知. 平成 25 年 3 月 28 日付健水発 0328 第 4~7 号.

<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/hourei/jimuren/dl/130328-3.pdf>

- 1-2) 小林憲弘, 久保田領志, 田原麻衣子, 杉本直樹, 塚本多矩, 五十嵐良明 (2014a) 水道水中の農薬類の LC/MS/MS 一斉分析法の開発. 環境科学会誌, 27(1), 3-19.

- 1-3) 小林憲弘, 久保田領志, 高玲華, 安藤正典, 五十嵐良明 (2014b) 液体クロマトグラフィータンデム質量分析 (LC/MS/MS) による水道水中農薬類の一斉分析法の妥当性評価. 水道協会雑誌, 印刷中.

- 1-4) 厚生労働省 (2012) 水道水質検査方法の妥当性評価ガイドラインについて. 厚生労働省水道課長通知, 健水発 0906 第 1 号, 平成 24 年 9 月 6 日 (2012).

<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/hourei/jimuren/dl/120906-1.pdf>

- 1-5) 駒田大輔, 鎌田素之, 川寄悦子, 中田俊芳 (2013) 水道における新規水道水質管理目標設定項目候補農薬の実態調査. 農薬環境科学研究 (第 31 回農薬環境科学研究会シンポジウム講演集), 21, 60.

- 1-6) 環境省 (2010) 水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料 エチプロール. 平成 22 年 10 月 18 日.
http://www.env.go.jp/water/sui-kaitei/kijun/rv/a15_ethiprole.pdf

- 1-7) 環境省 (2008) 水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料 テフリルトリオン. 平成 20 年 11 月 25 日.

http://www.env.go.jp/water/sui-kaitei/kijun/rv/t03_tefuryltrione.pdf

- 1-8) 環境省 (2010) 水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料 フェノキサニル. 平成 22 年 6 月 22 日.
http://www.env.go.jp/water/sui-kaitei/kijun/rv/h35_fenoxanil.pdf

- 2-1) EPA METHOD 554, 1992.

- 2-2) 山本ら, 大阪市立環科研報告, 2012, 74, p55-60.

- 2-3) 山本ら, 水道協会雑誌, 2014, 83(2), p2-9.

- 3-1) California Department of Health Services,

<http://www.cdph.ca.gov/certlic/drinkingwater/Pages/Perchloratehistory.aspx>

- 3-2) 高附巧ら, 食品衛生学雑誌, 50(4), 184 (2009)

- 3-3) 小坂浩司ら, 水環境学会誌, 30(7), 361 (2007)

- 3-4) National Research Council, Health implications of perchlorate ingestion, National Academies Press (2005)

- 3-5) 前田絵理ら, 分析化学, 8, 659 (2011)

- 4-1) 日本薬学会編: 衛生試験法・注解 2010, p755, 金原出版 (東京).

- 4-2) 日本水道協会: 上水試験法 (解説編) 2011 年版, p381 (東京)

- 4-3) 金井 豊:イオンクロマトグラフィーにおける陰・陽イオンの保持挙動と陸水分析への応用, 地質調査書月報, 38, 10, 587-600 (1987)
- 4-4) 上水試験法 2011 年版Ⅲ. 金属類編, 日本水道協会.
- 5-1) <http://www.kemi.se/en/Start/Chemicals-in-the-everyday-environment/>
- 5-2) 馬場義輝:魚類のへい死について, 福岡県保健環境研究所年報第 39 号, pp104-106 (2012)
- 5-3) 環境省:平成 24 年度東日本大震災の被災地における化学物質環境実態追跡調査研究の公表について, <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=16518>
- 5-4) 小林憲弘, 杉本直樹, 久保田領志, 野村雅彦, 五十嵐良明:利根川水系の浄水場におけるホルムアルデヒド水質汚染の原因特定, 水道協会雑誌, 81, pp63-68 (2013)
- 5-5) 厚生労働省:利根川水系におけるホルムアルデヒドによる水道への影響について(第 6 報・速報), <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002cd75-att/2r9852000002cdb1.pdf>
- 5-6) NIST MS Search Program, <http://chemdata.nist.gov/mass-spc/ms-search/>
- 5-7) 門上希和夫, 棚田京子, 種田克行, 中川勝博:有害化学物質一斉分析用ガスクロマトグラフィー/質量分析法データベースの開発, 分析化学, 53, pp581-588(2004)
- 5-8) Kiwao KADOKAMI, Kyoko TANADA, Katsuyuki TANEDA, Katsuhiko NAKAGAWA: Novel gas chromatography-mass spectrometry database for automatic identification and quantification of micropollutants. *J.Chromatogr A*, 1089 pp219-226 (2005)
- 5-9) GC-MS 一斉分析用データベースソフトウェア, <http://www.shimadzu.com/an/GC-MS/GC-MS-solution/compound.html>
- 5-10) GC-MS 精度管理・相対定量ソフトウェア, <http://www.nskw.co.jp/analytical/product/chemplus/naginata.php>
- 5-11) AMDIS, <http://chemdata.nist.gov/mass-spc/amdis/>
- 5-12) H. Van Den Dool, P. Dec. Kratz: A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas liquid partition chromatography. *J.Chromatogr*, 11, 463 (1963)
- 5-13) Hans Ragnar Norli, Agnethe Christiansen, Borge Holen: Independent evaluation of a commercial deconvolution reporting software for gas chromatography mass spectrometry analysis of pesticide residues in fruits and vegetables. *J.Chromatogr A*, 1217 pp2056-2064 (2010)
- 5-14) Chin-Kai Meng and Mike Szelewski: Can “Deconvolution” Improve GC-MS Detectability? Application Note, Agilent Technologies (2010)
- I. 補足**
本研究における各研究課題は, 以下の研究分担者および研究協力者によって実施され, 研究課題毎に各研究分担者が執筆した.
- 1. 標準検査法が定められていない農薬類の LC/MS/MS 一斉分析の検討**
- 研究分担者 小林憲弘 国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部
研究協力者 五十嵐良明 国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部

研究協力者 久保田領志 国立医薬品食品
衛生研究所 生活衛生化学部

研究協力者 阿部晃文 川崎市上下水道
局 水管理センター 水道水質課

2. 水道水中のホルムアルデヒドのDNPH誘 導体化-液体クロマトグラフ法の検討

研究分担者 鈴木俊也 東京都健康安全研
究センター 薬事環境化学部

研究協力者 小杉有希 東京都健康安全研
究センター 薬事環境化学部

研究協力者 木下輝昭 東京都健康安全研
究センター 薬事環境化学部

3. 水道水中のオキシハロゲン酸の分析法に 関する検討

研究分担者 川元 達彦 兵庫県立健康生活
科学研究所 健康科学部

研究協力者 矢野 美穂 兵庫県立健康生活

科学研究所 健康科学部

4. 水道原水中のクロムの価数を分離した同 時分析法に関する検討

研究分担者 川元 達彦 兵庫県立健康生活
科学研究所 健康科学部

研究協力者 矢野 美穂 兵庫県立健康生活
科学研究所 健康科学部

5. GC-MS 向け汎用未知物質同定システムの 開発

研究分担者 門上 希和夫 北九州市立大学
国際環境工学部

研究協力者 大窪 かおり 佐賀県衛生薬業
センター 環境衛生課

研究協力者 境 泰史 北九州生活科学
センター

表 1-1. エチプロールの基本的情報（環境省，2010 より引用）

化学名	5-アミノ-1-(2,6-ジクロロ- α,α,α -トリフルオロ- <i>p</i> -トリル)-4-エチルスルフィニルピラゾール-3-カルボニトリル
分子式	C ₁₃ H ₉ Cl ₂ F ₃ N ₄ OS
分子量	397.2
CAS NO.	181587-01-9
外観	白色粉末、無臭
融点	164.5°Cで分解のため測定不能
沸点	164.5°Cで分解のため測定不能
蒸気圧	9.1×10 ⁻⁸ Pa (25°C)
水溶解度	9.2×10 ³ µg/L (20°C)
土壌吸着係数	K _F ^{ads} _{OC} = 54~160 (25°C)
オクタノール/水分配係数	logP _{ow} = 2.9 (20°C)
密度	1.54 g/cm ³ (20°C)
加水分解性（半減期）	分解せず(pH4, 5, 7, 25°C), 121日(pH9, 25°C) 6.46時間（東京春季太陽光換算 2.0日） （滅菌緩衝液, pH5, 24~26°C, 730 W/m ² , 290~800 nm）
水中光分解性（半減期）	0.2日（東京春季太陽光換算 1.3日） （滅菌自然水, 24.8~25.2°C, 765 W/m ² , 300~800 nm）

表 1-2. テフリルトリオンの基本的情報（環境省 2008 より引用）

化学名	2-{2-クロロ-4-メシル-3-[(テトラヒドロフラン-2-イルメトキシ)メチル]ベンゾイル}シクロヘキサン-1,3-ジオン
分子式	C ₂₀ H ₂₃ ClO ₇ S
分子量	442.91
CAS NO.	473278-76-1
外観	淡黄色粉末、無臭
融点	113.7~115.4°C
沸点	163°C付近で分解のため測定不能
蒸気圧	<1.0×10 ⁻³ Pa (20°C)
水溶解度	1.06×10 ⁵ µg/L (pH2, 20°C) 6.42×10 ⁷ µg/L (pH7, 20°C) 5.75×10 ⁷ µg/L (pH9, 20°C)
土壌吸着係数	K _{foc} = 108~1226
オクタノール/水分配係数	logP _{ow} = 1.9 (pH2, 25±1°C)
密度	1.42 g/cm ³ (20±1°C)
加水分解性（半減期）	安定 (pH4, 7, 9)
水中光分解性（半減期）	257~365時間（緩衝液, 49.7 W/m ² , 300~400 nm） 48.1~133.3時間（自然水, 49.7 W/m ² , 300~400 nm）

表 1-3. フェノキサニルの基本的情報（環境省 2010 より引用）

化学名	N-(1-シアノ-1,2-ジメチルプロピル)-2-(2,4-ジクロロフェノキシ)プロピオンアミド
分子式	C ₁₅ H ₁₈ Cl ₂ N ₂ O ₂
分子量	329.23
CAS NO.	115852-48-7
外観	明白色粉末，無臭
融点	69.0～71.5℃
沸点	240℃で分解のため測定不能
蒸気圧	2.1×10 ⁻⁵ Pa (25℃)
水溶解度	3.07×10 ⁴ μg/L (pH6.8～7.8, 20℃)
土壌吸着係数	K _{oc} = 450～700 (25℃)
オクタノール/水分配係数	logP _{ow} = 3.53 (pH7.0～8.2, 25℃)
密度	1.2 g/cm ³ (20℃)
加水分解性（半減期）	>1年(pH5, 7, 9, 50℃) 49日（東京春季太陽光換算 40.2日） （蒸留水, 25℃, 8.19×10 ⁻³ W/m ² , 280～800 nm）
水中光分解性（半減期）	41日（東京春季太陽光換算 34.0日） （自然水, 25℃, 8.19×10 ⁻³ W/m ² , 280～800 nm）

表 1-4. 各農薬の目標値，添加濃度，および検量線範囲との関係

ID	農薬名称	目標値 (mg/L)	添加濃度 低 (μg/L)	添加濃度 高 (μg/L)	検量線の範囲 (μg/L)				
					1	2	3	4	5
要 03	エチプロール	0.01	0.1	1	0.05	0.1	0.3	1	2
要 06	テフリルトリオン	0.002	0.02	0.2	0.01	0.02	0.06	0.2	0.4
他 64	フェノキサニル	0.02	0.2	2	0.1	0.2	0.6	2	4

表 1-5. LC/MS/MS 一斉分析条件

項目	設定値
カラム	Shim-pack FC-ODS (2.0 mm I.D. ×150 mm, 粒径 3μm, 島津製作所)
移動相 A	5 mM 酢酸アンモニウム水溶液
移動相 B	5 mM 酢酸アンモニウムメタノール溶液
グラジエント条件	B5% (0 min) – B45% (4 min) – B75% (24–27 min) – B5%
LC	(27.1–40 min)
流速	0.20 mL/min
カラム温度	40°C
サンプルクーラー温度	5°C
注入量	100 μL
イオン化法	ESI 法 (ポジティブイオンモード/ネガティブイオンモード)
プローブ電圧	+4.5 kV (ESI ポジティブ)/-3.5 kV (ESI ネガティブ)
ネブライザーガス流量	1.5 L/min
MS	
量	
ドラインガス流量	10 L/min
脱溶媒部(DL)温度	250°C
ヒートブロック温度	400°C

表 1-6. 各農薬の LC/MS/MS 分析条件

ID	農薬名	イオン化法	保持時間 (min)	定量イオン (m/z)*	確認イオン (m/z)*
要 03	エチプロール	ESI-	20.55	394.80 > 330.85	394.80 > 329.75
要 06	テフリルトリオン	ESI+	8.47	459.85 > 442.85	459.85 > 340.85
他 64	フェノキサニル	ESI+	25.33	328.85 > 301.90	328.85 > 86.10

*: プリカーサイオン>プロダクトイオンの順に記載した。

表 1-7. アスコルビン酸 Na 脱塩水道水 (高濃度添加試料) の試験結果

ID	農薬名	添加濃度 (μg/L)	回収率 (%)					RSD _r (%)	
			試料 1	試料 2	試料 3	試料 4	試料 5		平均
要 03	エチプロール	1	100	92	108	96	88	97	8
要 06	テフリルトリオン	0.2	97	88	94	85	71	87	12
他 64	フェノキサニル	2	111	105	102	100	91	102	7

表 1-8. アスコルビン酸 Na 脱塩水道水（低濃度添加試料）の試験結果

ID	農薬名	添加濃度 ($\mu\text{g/L}$)	回収率 (%)					平均	RSD _r (%)
			試料 1	試料 2	試料 3	試料 4	試料 5		
要 03	エチプロール	0.1	93	70	114	91	76	89	19
要 06	テフリルトリオン	0.02	132	88	115	105	81	104	20
他 64	フェノキサニル	0.2	109	127	82	87	73	96	23

表 1-9. チオ硫酸 Na 脱塩水道水（高濃度添加試料）の試験結果

ID	農薬名	添加濃度 ($\mu\text{g/L}$)	回収率 (%)					平均	RSD _r (%)
			試料 1	試料 2	試料 3	試料 4	試料 5		
要 03	エチプロール	1	99	95	103	94	93	97	4
要 06	テフリルトリオン	0.2	107	94	89	77	81	89	13
他 64	フェノキサニル	2	102	102	101	94	90	98	6

表 1-10. チオ硫酸 Na 脱塩水道水（低濃度添加試料）の試験結果

ID	農薬名	添加濃度 ($\mu\text{g/L}$)	回収率 (%)					平均	RSD _r (%)
			試料 1	試料 2	試料 3	試料 4	試料 5		
要 03	エチプロール	0.1	98	92	112	67	68	88	22
要 06	テフリルトリオン	0.02	128	98	91	77	80	95	21
他 64	フェノキサニル	0.2	109	99	100	94	83	97	10

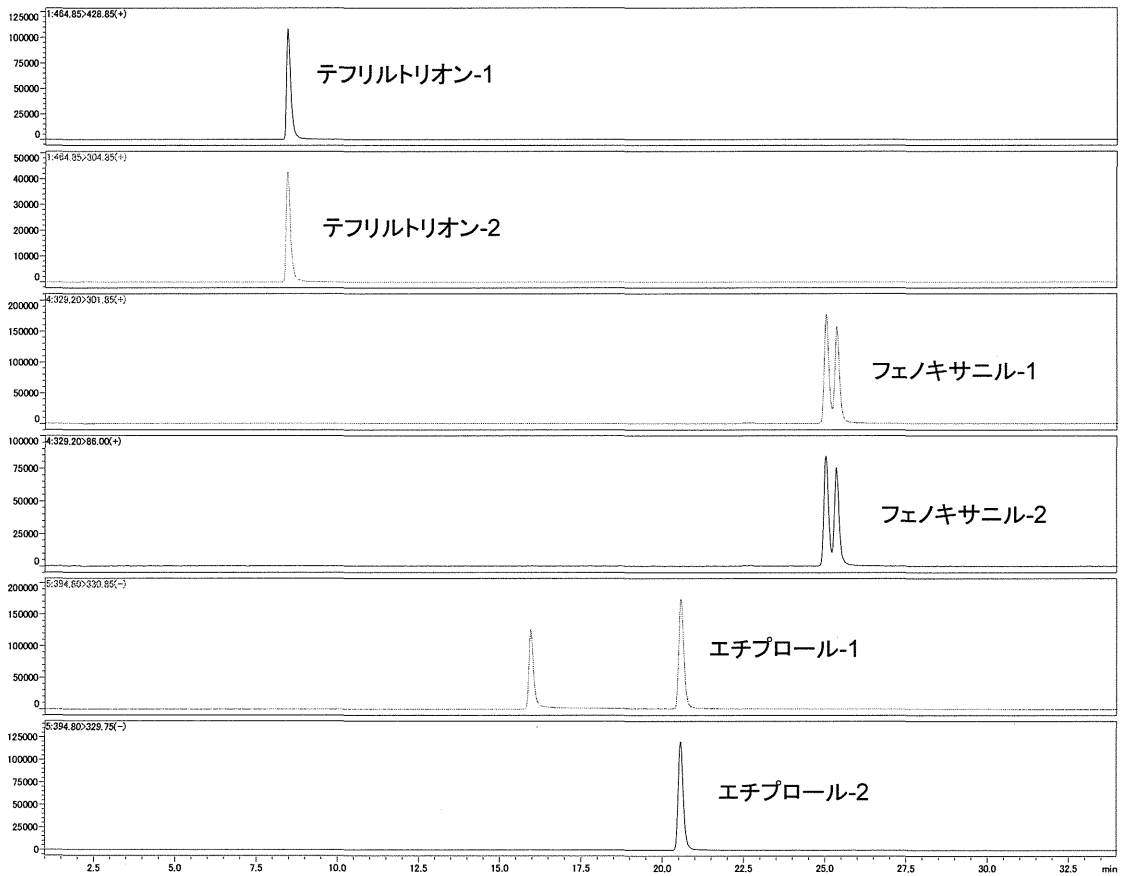


図 1-1. 対象農薬の LC/MS/MS 一斉分析クロマトグラム

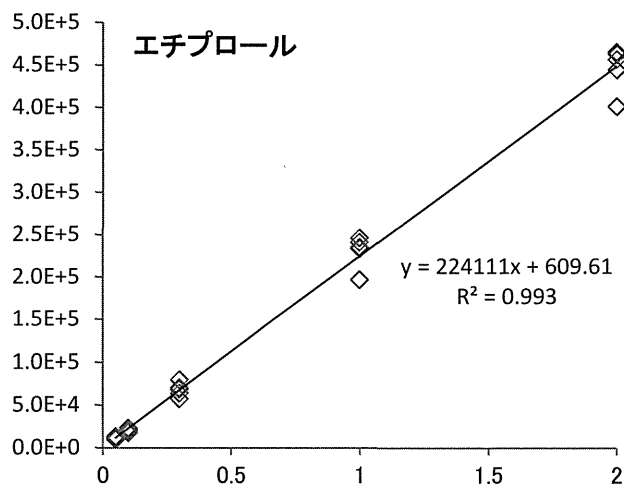


図 1-2. エチプロールの検量線

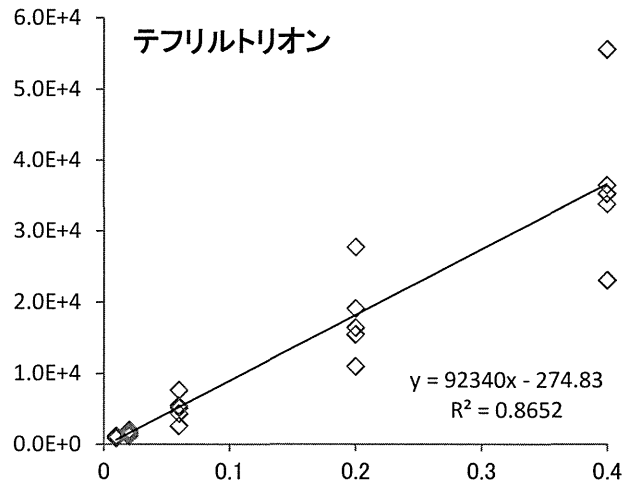


図 1-3. テフルトリオンの検量線

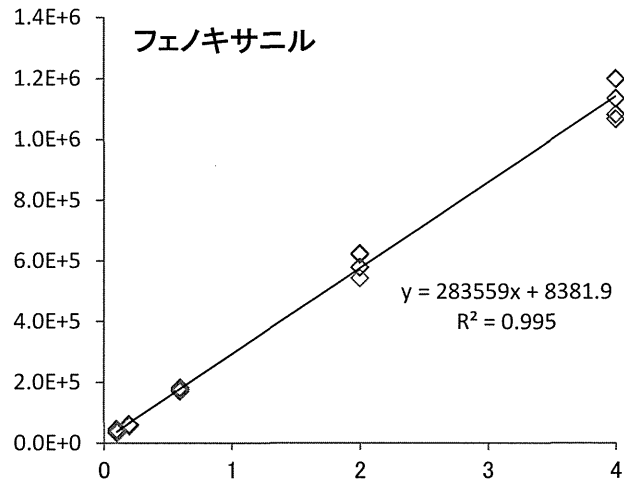


図 1-4. フェノキサニルの検量線

表 2-1. ホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒド-DNPH誘導体のLC分析条件

1. LC/UV	
装置	日本分光 2000シリーズ
カラム	TSK-Gel ODS 80Tまたは120T(4.6 mm I.D. x 250 mm, 5 μm, 東ソー)
カラム温度	40°C
移動相組成	アセトニトリル:水(55:45,v/v)
移動相流速	1 mL/min
注入量	100 μL
検出器(波長)	紫外部吸収検出器(365 nm)
2. LC/MS(/MS)	
装置	2695 Separation Module(日本ウォーターズ)-Ultima PT (ジャスコインターナショナル)
カラム	Xbrige C18 (2.1 x 150 mm, 3.5 μm, 日本ウォーターズ)
カラム温度	40°C
移動相組成	アセトニトリル:水(45:55, v/v)
移動相流速	0.2 mL/min
注入量	20 μL
質量分析計	イオン化法:ESI(ネガティブ) キャピラリー電圧:2.5 kV コーン電圧:40 V イオン源温度:120°C 脱溶媒温度:400°C コーンガス流量:85 L/hr 脱溶媒ガス流量:550 L/hr 検出器電圧:650 V 【SRM】 モニターイオン(m/z):HCHO 209, CH ₃ CHO 223 【MRM】 コリジョンエネルギー:10 V プレカーサーイオン(m/z):HCHO 209, CH ₃ CHO 223 プロダクトイオン(m/z):HCHO 163, 151, CH ₃ CHO 163, 151

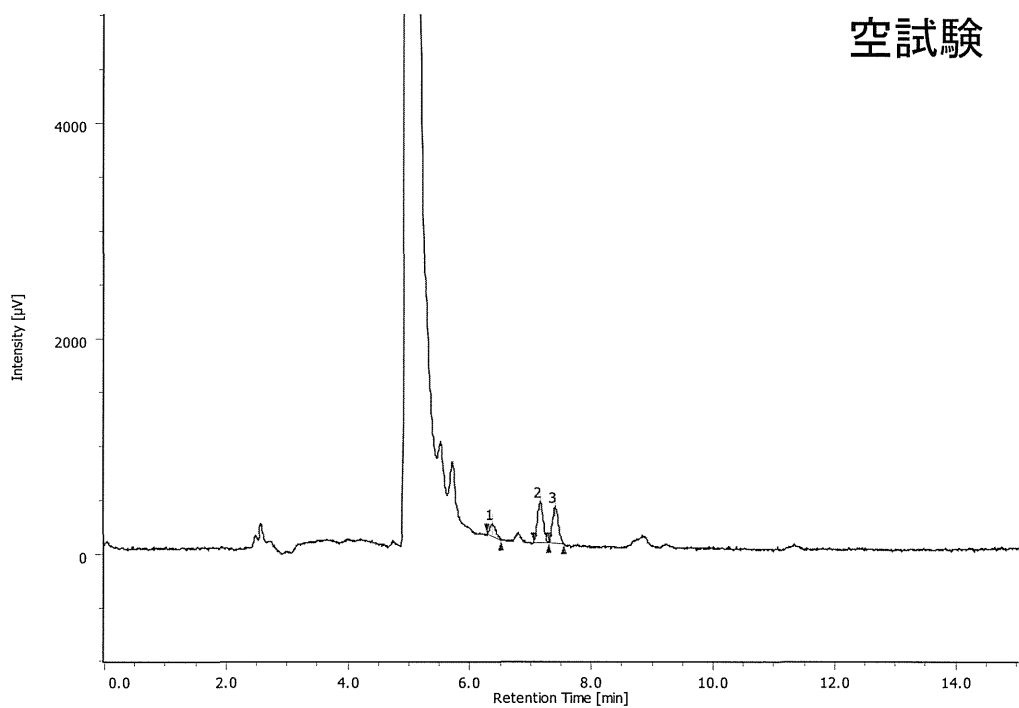
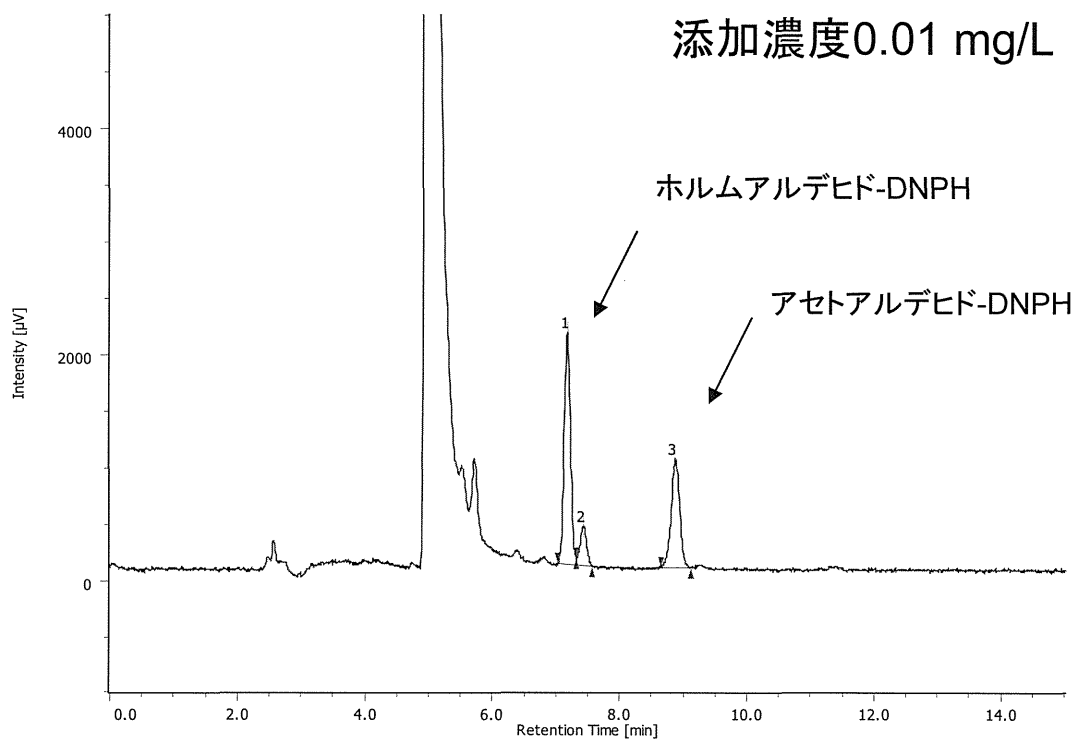


図 2-1 ホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒドのDNPH誘導体のLC/UVクロマトグラム

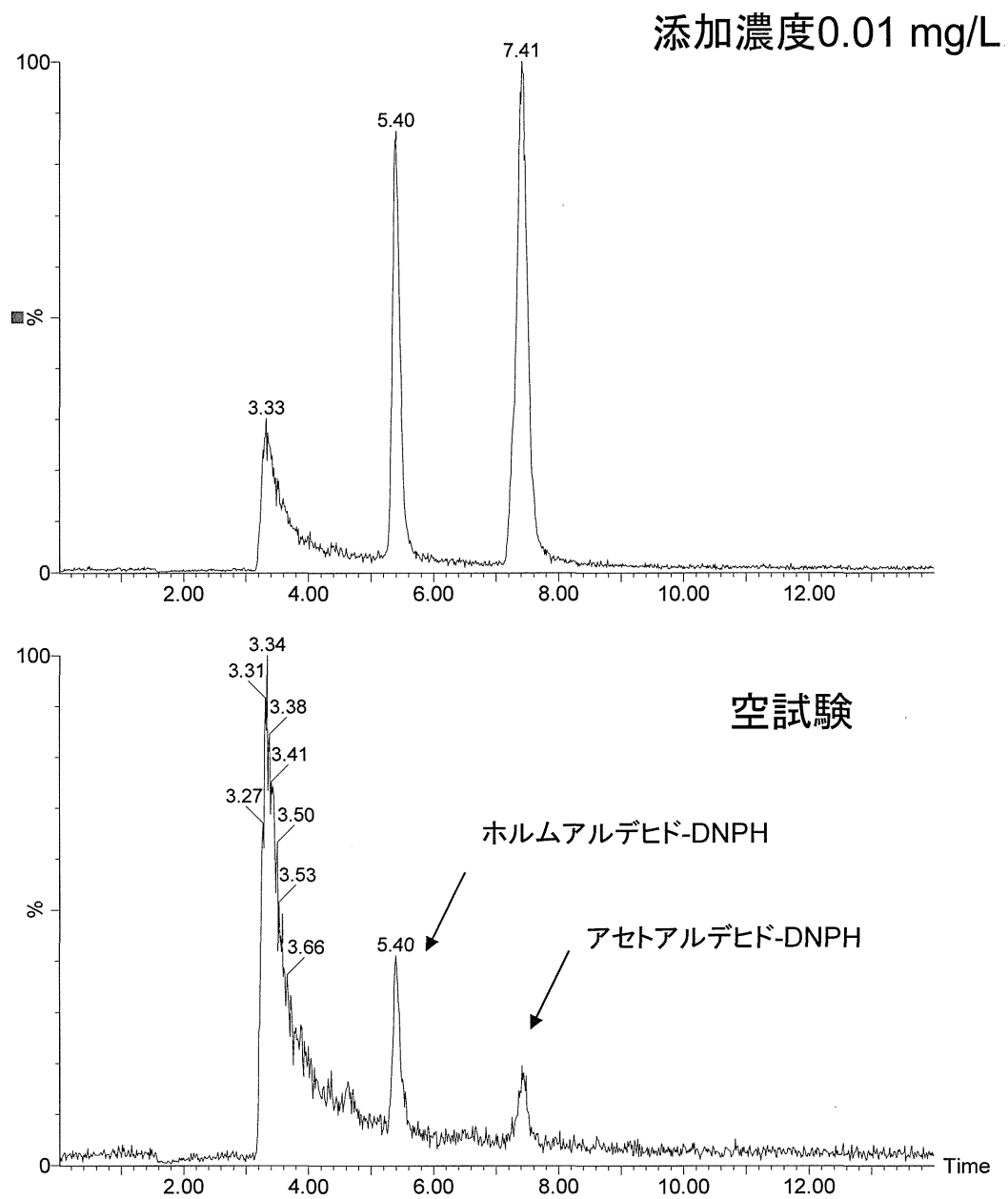


図 2-2 . ホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒドのDNPH誘導体のLC/MS/MSクロマトグラム

表 3-1 臭素酸 1 $\mu\text{g/L}$ 添加時における妥当性評価結果

臭素酸(1 $\mu\text{g/L}$ 添加)	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	室内精度 (RSD%)	判定
河川水	104.7	7.9	8.3	○
水道水+VC	95.8	4.8	5.2	○
水道水+EDA	92.8	5.0	5.9	○
水道水	95.9	4.2	6.1	○
適合範囲	70~120	<25	<30	適合

表 3-2 塩素酸 60 $\mu\text{g/L}$ 添加時における妥当性評価結果

塩素酸(60 $\mu\text{g/L}$ 添加)	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	室内精度 (RSD%)	判定
河川水	104.2	4.7	5.6	○
水道水+VC	101.3	1.0	2.8	○
水道水+EDA	99.5	2.1	3.9	○
水道水	98.1	2.8	4.9	○
適合範囲	70~120	<25	<30	適合

表 3-3 過塩素酸 2.5 $\mu\text{g/L}$ 添加時における妥当性評価結果

過塩素酸(2.5 $\mu\text{g/L}$ 添加)	真度 (%)	併行精度 (RSD%)	室内精度 (RSD%)	判定
河川水	107.8	2.2	3.9	○
水道水+VC	99.8	1.6	3.9	○
水道水+EDA	99.5	2.4	4.4	○
水道水	101.6	1.6	3.8	○
適合範囲	70~120	<25	<30	適合

表 3-4 現行法と本研究で開発した LC/MS/MS 法による 3 物質の測定値の比較

	現行法 ¹⁾	LC/MS/MS法 ²⁾	比(%) ^{※※)}
1. 臭素酸	11.9 $\mu\text{g/L}$ (IC-PC法)	11.8 $\mu\text{g/L}$	99.2%
2. 塩素酸	62.0 $\mu\text{g/L}$ (IC法)	61.0 $\mu\text{g/L}$	98.4%
3. 過塩素酸	1.3 $\mu\text{g/L}$ (IC法 [※])	1.3 $\mu\text{g/L}$	100.0%

分析時間

40分/1検体

10分/1検体

4倍

※: LC/MS/MS法と比較するためIC法を採用

※※: 2)の測定値 / 1)の測定値 \times 100 (%)

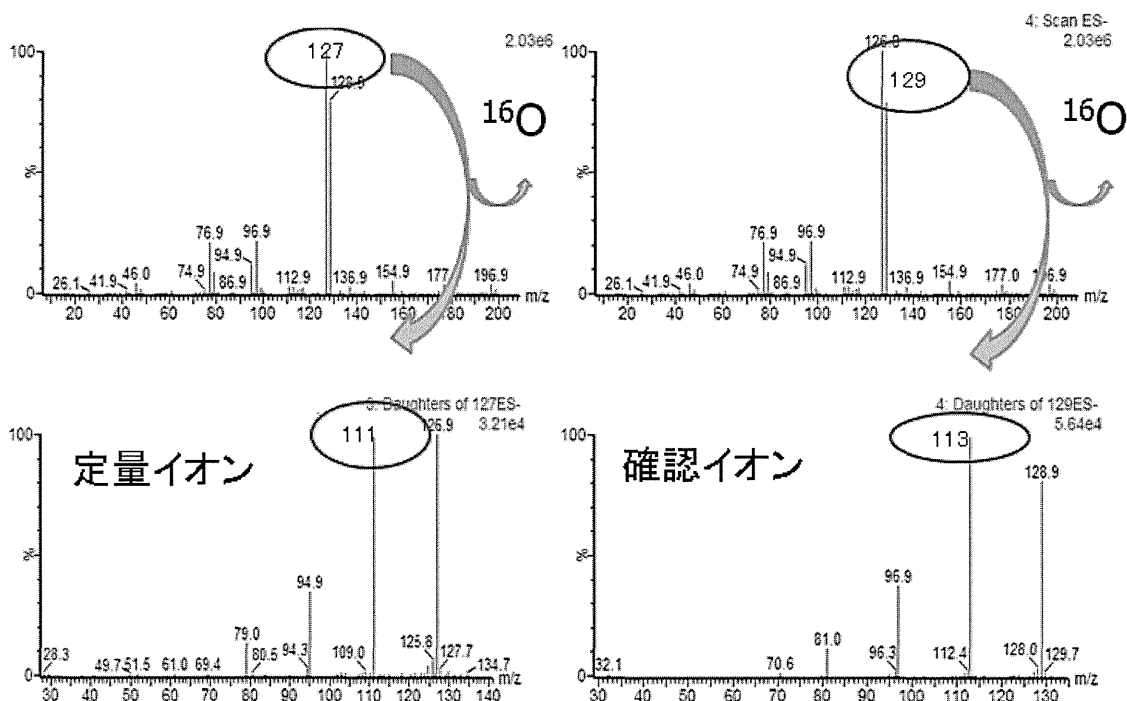


図 3-1-1 臭素酸イオンの MS/MS スペクトル

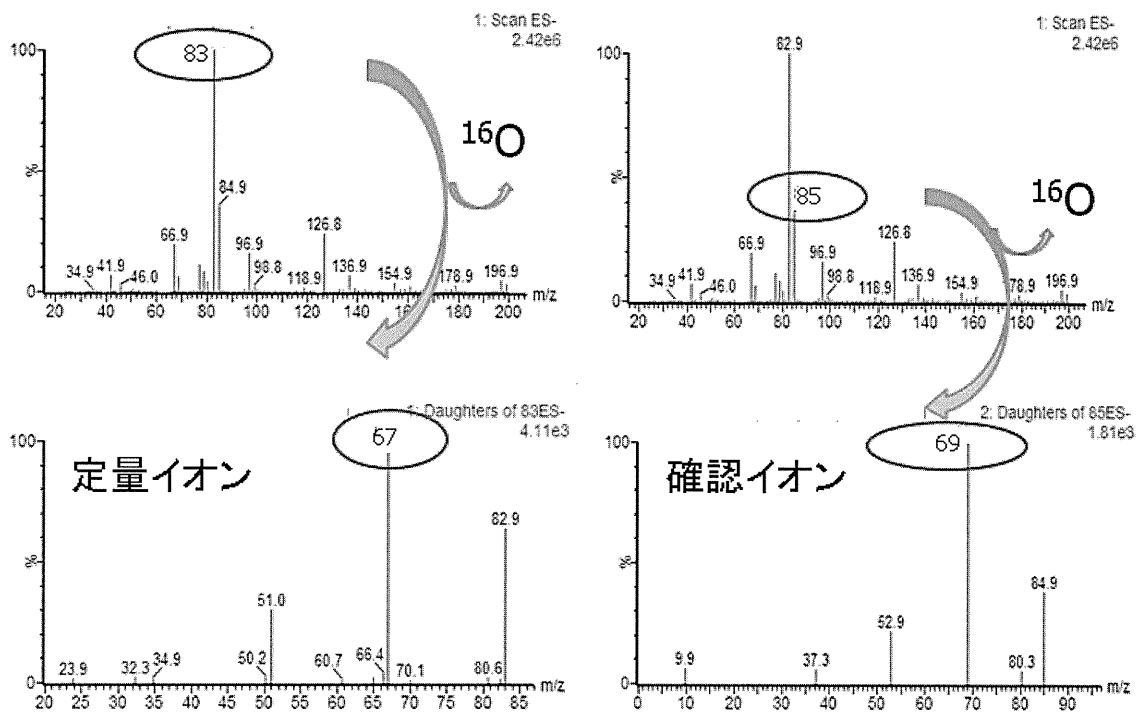


図 3-1-2 塩素酸イオンの MS/MS スペクトル

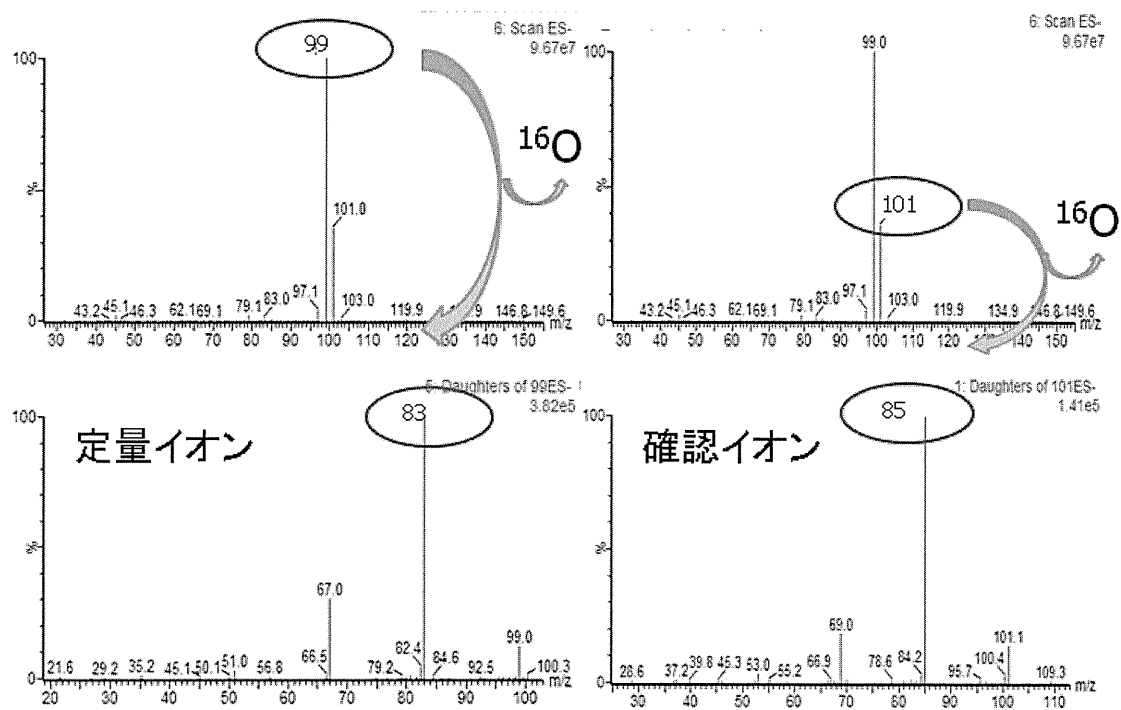


図 3-1-3 過塩素酸イオンの MS/MS スペクトル

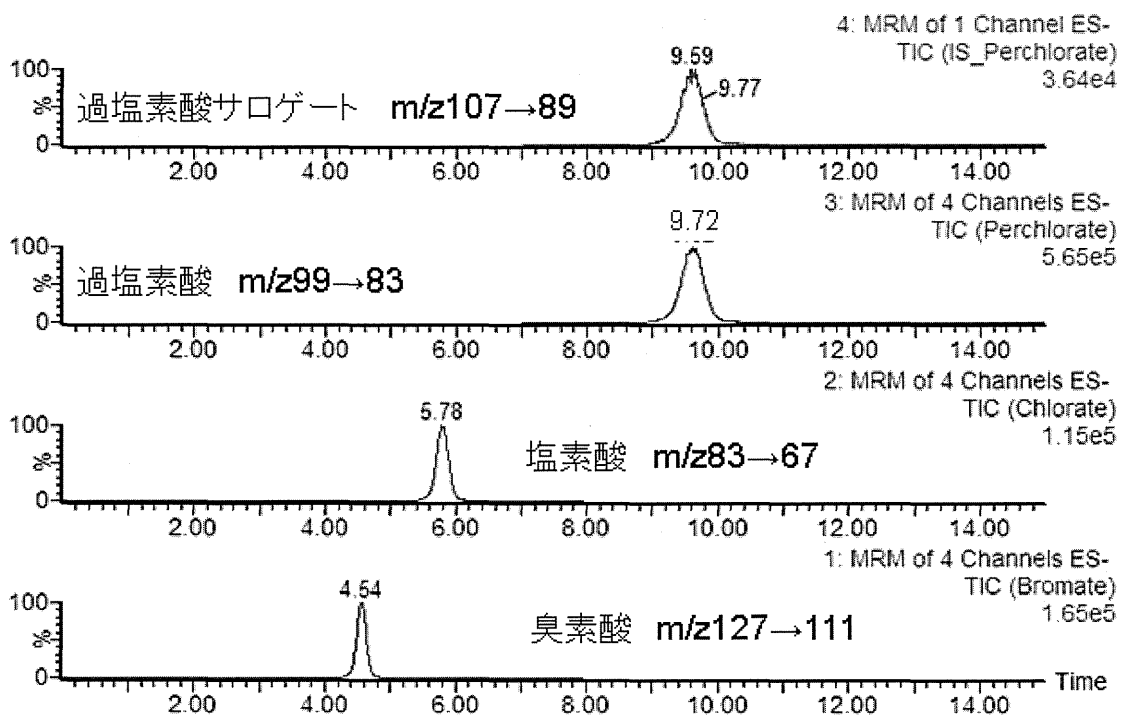


図 3-2 臭素酸，塩素酸および過塩素酸イオンの LC-MS/MS クロマトグラム

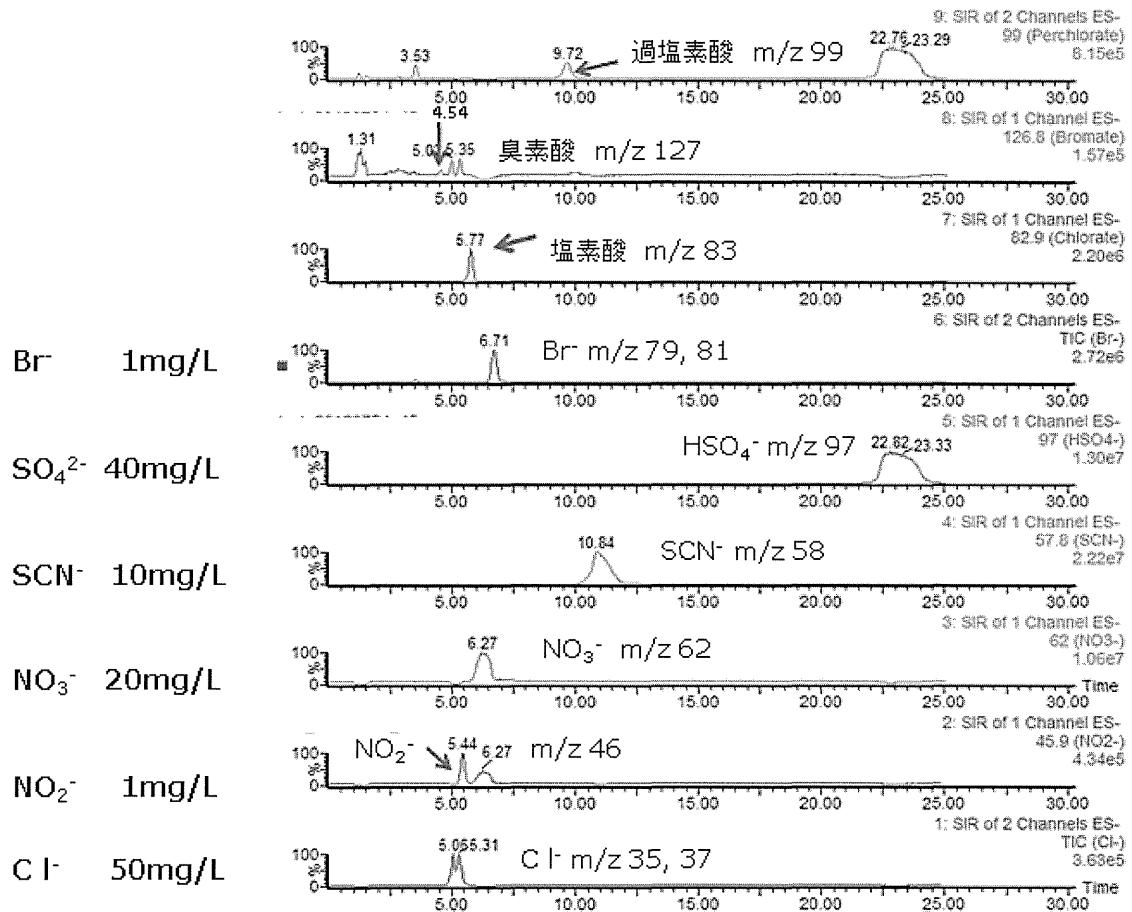


図 3-3 臭素酸、塩素酸および過塩素酸イオンと陰イオン類の LC-MS クロマトグラム

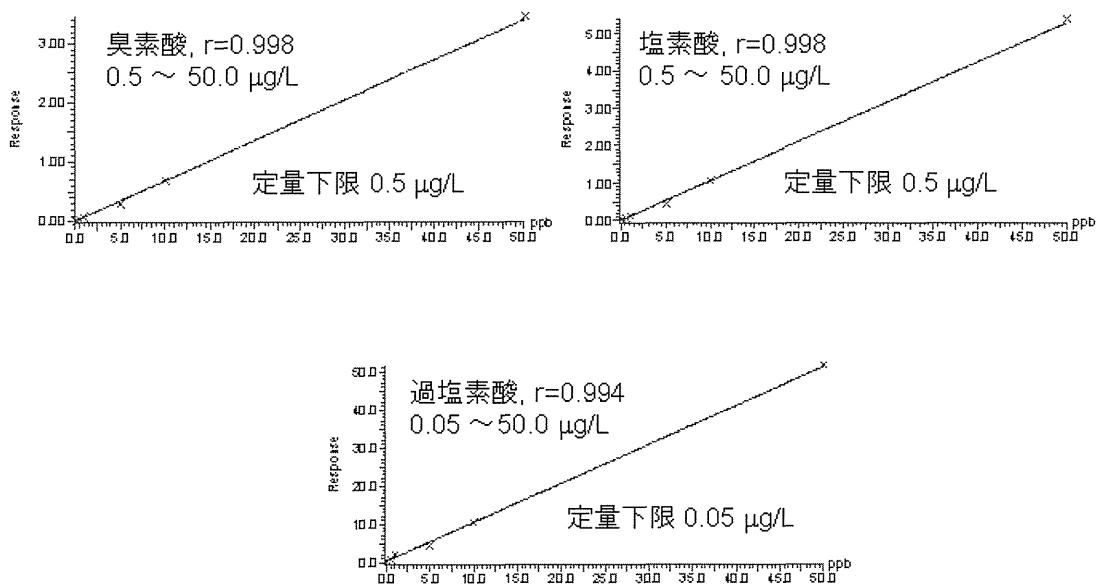


図 3-4 臭素酸、塩素酸および過塩素酸イオンの検量線

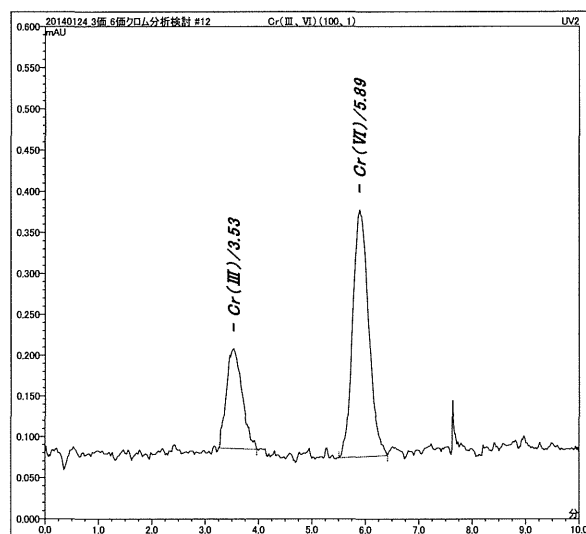


図 4-1. Cr (III) 100 μ g/L、Cr (VI) 1 μ g/L の混合液のクロマトグラム

表 5-1 GC-MS 性能評価標準物質

Chemical	Check item	Criteria
Decafluorotriphenylphosphine (DFTPP)	Spectrum validity	Mass spectrum of DFTPP should meet the mass intensity criteria of EPA method 625.
trans-Nonachlor		Mass spectrum of nonachlor should be the same as that of standard.
Benzidine, Pentachlorophenol, 2,4,6-Trinitrotoluene, 2,4-Dinitroaniline	Inertness of a column and a GC inlet liner	Benzidine, pentachlorophenol and 2,4-dinitroaniline should be present at their normal responses, and extreme peak tailing should not be visible.
4,4'-DDT	Inertness of a GC inlet liner	Degradation of DDT to DDD should not exceed 20 %.
n-C ₉ H ₂₀ - n-C ₃₃ H ₆₈ , n-Octanol, 2,6-Dichloroaniline, 2,6-Dimethylphenol, 2,6-Dichlorophenol, Tributylphosphate, Tris(2-chloroethyl)phosphate, Benzothiazole, Butyl benzylphthalate, trans-Nonachlor, Dimethyl phthalate, 2,4-Dinitrotoluene, 2,3,5,6-Tetrachlorophenol, 1,2,4,5-Tetrabromobenzene, Atrazine, Chlorothalonil (TPN), Di-n-butyl phthalate, Triphenylmethane, Thenylchlor, Bis(2-ethylhexyl)phthalate, Nitrobenzene, 2,6-Dimethylaniline,	Stability of response	Determination amounts of these compounds should fall in 95 % confidence limits of the mean values.

表 5-2 GC-MS 測定条件

GC-MS	: GC-Quadrupole MS
[GC]	
Column	: J&W DB-5 MS (30 m×0.25 mm i.d, 0.25 μm film)
Column oven temp.	: 40 °C(2 min) - 8 °C/min - 310 °C(5 min)
Injection temp.	: 250 °C
Injection mode	: Splitless, 1 min for purge-off time
Carrier gas	: He
Linear velocity	: 40 cm/s, constant flow mode or constant linear velocity mode
[MS]	
Interface temp.	: 300 °C
Ion source temp.	: Recommended temp of GC-MS
Ionization method	: EI
Tuning Method	: Target tuning for US EPA method 625
Mass range	: m/z 45 to 600

表 5-3 AMDIS の最適パラメーター

Group	Item	Setting
	Minimum match factor	40
	Only reverse search	ON
Identif.	Type of analysis	Use RI Calibr. Data +
	RI window	Internal Std 5+0*0.01RI
	Level	Infinite
Deconv.	Maximum penalty	100
	Component width	7
	Adjacent peak subtraction	Two
	Resolution	High
	Sensitivity	High
	Shape requirements	Low

表 5-4 データベース登録物質のまとめ

Compound	Number
Compounds consisting of CH	194
Compounds consisting of CHO	157
Compounds consisting of CHN	113
Compounds consisting of CHS	19
Compounds consisting of CHP	8
PPCPs	14
Pesticides	456
Total	958

表 5-5 データベース登録 PTRI 値と実測 PTRI 値の差(%)

PTRI	QP-2010	5975C	TSQ
	Plus	MSD	Quantum GC
0 ~ 1.0	68.4	50	74.1
1.1~2.0	20	28.4	12.1
2.1~3.0	8.3	18.3	5.2
3.1~4.0	3.3	3.3	8.6
4.0~	0	0	0

PTRI : 昇温保持指標