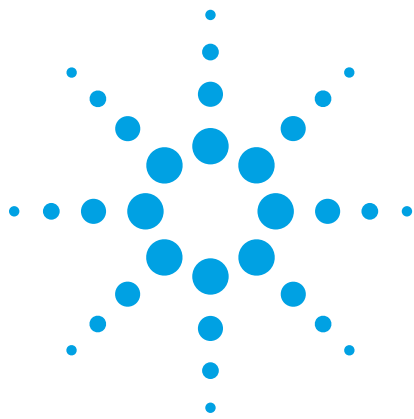




Agilent J&W DB-35ms ウルトライナートカラムと DB-XLB カラムを用いた GC/ μ ECD による水サンプル中 塩素系殺虫剤および除草剤の サブ $\mu\text{g/L}$ 分析

アプリケーションノート

環境

著者

Doris Smith、Ken Lynam
Agilent Technologies, Inc.
2850 Centerville Rd
Wilmington, DE 19808

概要

Agilent SPEC C18AR 液固抽出 (LSE) ディスクを用いて、水サンプル中の塩素系殺虫剤および除草剤を抽出しました。その後、Agilent J&W DB-35ms ウルトライナート (UI) 一次カラムと DB-XLB 確認カラムを用いたデュアルカラム GC/ μ ECD 分析をおこないました。この方法を使えば、規定の最大汚染濃度以下の塩素系化合物において、高感度で一貫した分析をすることが可能です。メソッドのキャリブレーション範囲は 1~100 ng/mL で、これは予想される分析対象物の抽出濃度に対応しています。濃度 0.01 $\mu\text{g/L}$ で分析対象物を添加した水サンプルと水道水サンプルを抽出および分析し、このアプリケーションの効率を検証しました。

はじめに

殺虫剤と除草剤は、農業環境や居住環境で一般的に用いられています。残留農薬は、多くの環境水や地表水で検出されます。こうした残留農薬は、農薬使用場所からの流出や土壌からの地下水への浸出により、水源に侵入します。農薬は環境や健康に深刻な影響をおよぼすことから、汚染された飲料水の摂取による人体への影響が懸念されています。長期的な農薬への曝露による健康被害としては、肝臓疾患、癌のリスクの上昇などが指摘されており、最近の研究では、内分泌障害に関する懸念も高まっています [1,2]。欧州連合 (EU) および米国環境保護庁 (EPA) は、飲料水中の最大農薬濃度に関する規則を定めています [2,3,4]。



Agilent Technologies

信頼できる分析結果を一貫して得るためには、カラムとライナの不活性が重要です。特に、エンドリンや DDT などの分析困難な農薬は、注入口やカラムの活性部位との相互作用の影響を受けやすくなります [5,6]。現行規則で求められる微量濃度の検出を正確におこなうためには、フローパスの活性を最小限に抑える必要があります。このアプリケーションでは、Agilent ウルトライナートカラムおよびライナを用いて、サンプルフローパスの不活性を確保しています。

塩素系農薬の定量は、デュアルカラムアプローチを用いた GC/μECD によりおこないました。Agilent J&W DB-35ms ウルトライナート GC カラムを一次分析カラムとして使用し、一次カラムよりも固定相の極性が低い Agilent J&W DB-XLB カラムで確認分析をおこない、分析対象物の検出結果を確認しました。

DB-35ms UI は、塩素系農薬に対する優れた感度を備えており、EPA 508.1 メソッド [7] の対象となる 37 種類の殺虫剤および除草剤すべてを効率的に分離できます。EPA 508.1 メソッドでは、内部標準としてペンタクロロニトロベンゼン、サロゲート標準として 4,4'-ジプロモビフェニルの使用が推奨されています。この 2 つの化合物は分析対象物と共溶出するため、CLP 農薬分析で一般的に用いられる 2 つのサロゲート標準 (テトラクロロ-m-キシレン (TCMX) とデカクロロビフェニル) に変更し、アプリケーションを修正しました。これらのサロゲート標準は、農薬から良好に分離されます。

キャリブレーション用標準の前処理には、多くの時間とリソースを費やす必要が生じることがあります。また、手動サンプル前処理では、エラーが生じやすく、再現性や精度が低下することがあります。Agilent 7696A サンプル前処理ワークベンチを使えば、多くのサンプル前処理作業を自動化し、溶媒の使用量や分析時間を大幅に削減することが可能です。Agilent 7696A ワークベンチについては、複数のサンプルアプリケーションにおいて、ばらつきやエラーを低減しながら、高い精度と再現性を得られることが実証されています [8,9,10]。

液固抽出を用いて、水サンプルから塩素系殺虫剤および除草剤を抽出しました。ターゲット農薬は微量レベルで存在しているため、検出可能濃度の農薬を抽出するためには大量のサンプルが必要となります。現行のメソッド手順のサンプル量は 1 L ですが、この量で通常のカートリッジ抽出を用いると、長い時間がかかることになります。Agilent SPEC C18AR 47 mm LSE ディスクを使えば、ターゲット農薬を効率的に保持しながら、サンプル抽出を高速化することが可能です。

実験手法

この研究では、デュアル μECD 検出および Agilent 7683B オートサンブラを搭載した Agilent 7890A シリーズ GC を使用しました。不活性ティー (継手) を使用し、一次カラムと確認カラムに 1:1 でフローを分割しました。表 1 に、分析に用いたクロマトグラフィー条件をまとめています。表 2 にフローパス消耗品、表 3 にサンプル前処理補用品を記載しています。

表 1. クロマトグラフィー条件

カラム 1	Agilent DB-35ms UI 30 m x 0.32 mm、0.25 μm (p/n 123-3832UI)
カラム 2	Agilent DB-XLB 30 m x 0.32 mm、0.5 μm (p/n 123-1236)
GC/μECD	Agilent 7890 シリーズ GC
サンブラ	Agilent 7683 オートサンブラ、5.0 μL テーパードシリンジ (p/n 5181-1273)
CFT デバイス	不活性ティー (p/n G3184-60065)
スプリット比	1:1
リテンションギャップ	5 m x 0.32 mm id 不活性フューズドシリカチューブ
注入口	2 μL スプリットレス、250 °C
バージ流速	0.5 分で 60 mL/min
キャリア	ヘリウム、平均速度 35 cm/s、80 °C
オープン	80 °C (0.5 分)、26 °C/min で 80 °C~175 °C、6.5 °C/min で 175 °C~235 °C、15 °C/min で 235 °C~300 °C (6 分)
μECD	340 °C、 コンスタントカラム+ メイクアップ (N ₂) = 30 mL/min

表 2. フローパス消耗品

バイアルとキャップ	MS 認定茶色クリンブトップガラスバイアルおよびキャップキット (p/n 5190-2283)
バイアルインサート	250 μL ガラス/ポリマーバイアルインサート (p/n 5181-8872)
シリンジ	5 μL テーパード (p/n 5181-1273)
セプタム	アドバンストグリーン (p/n 5183-4759)
注入口ライナ	ウルトラライナートシングルテーパライナ (p/n 5190-2292)
フェラル	0.5 mm id ショート、85/15 ベスベル/グラファイト (p/n 5062-3514)
CFT フィッティング	インターナルナット (p/n G2855-20530)
CFT フェラル	SilTite フェラル、0.32 mm id (p/n 5188-5362)
20 倍拡大鏡	20 倍拡大鏡ループ (p/n 430-1020)

表 3. サンプル前処理補用品

SPEC ディスク	Agilent SPEC C18AR 47 mm (p/n A74819)
SPEC マニホールシステム	SPEC 6-ポジションマニホールド (p/n A712)
	SPEC ディスクホルダ (p/n A713)
	SPEC 1 L フラスコ (p/n A714)

試薬と化学物質

すべての試薬と溶媒は、ACS または Ultra Resi グレードのものを使用しました。JT Baker の酢酸エチル (EtOAc)、メタノール (MeOH)、塩化メチレン (MeCl_2) を VWR International (ウェストチェスター、ペンシルベニア州) から購入しました。塩酸 (HCl) と亜硫酸ナトリウム (Na_2SO_3) を Sigma-Aldrich (セントルイス、ミズーリ州) から購入しました。EPA 508.1 分析対象物およびサロゲート標準を Ultra Scientific (ノースキングスタウン、ロードアイランド州) から購入しました。

溶液と標準物質

濃度 50 mg/mL の亜硫酸ナトリウム水溶液を作成しました。残留塩素を還元するために、サンプル採取の際にこの溶液をサンプルに添加しました。各溶液を等量で混合し、1:1 EtOAc: MeCl_2 溶液を作成しました。

冷却バス中で水およそ 22 mL が入った 50 mL 計量フラスコに塩酸 25 mL を 1 滴ずつ加え、6 N HCl 溶液を作成しました。溶液を室温に戻したのち、水で容量いっぱいまで希釈し、よく混合しました。

市販の前処理済み農薬原液を用いて、分析対象物の濃度が 1 µg/mL となるように酢酸エチルで希釈し、分析対象物の一次希釈標準を作成しました。この溶液を用いて、メソッド分析用の試薬水サンプルを作成しました。酢酸エチル中 1 µg/mL の濃度でサロゲート標準を作成し、抽出前に水サンプルに添加しました。

Agilent 7696A サンプル前処理ワークベンチを用いて、濃度 1~100 ng/mL の範囲で、純分析対象物とサロゲート標準から酢酸エチル中でキャリブレーション用標準を作成しました。

サンプル前処理

Agilent SPEC C18AR 47 mm 液固抽出ディスクを用いて 1 L の水サンプルを抽出しました。GC 分析前に抽出物を乾燥させ、濃縮させました。図 1 に LSE サンプル前処理手順を示しています。

水 1 L を採取し、50 mg/mL Na_2SO_3 水溶液 1 mL を加え、残留している遊離塩素を還元しました。6 N HCl を用いて、サンプルの pH を pH 2 以下に調整しました。品質管理サンプルに適量の添加溶液を添加し、分析対象物濃度が 0.01 µg/L の QC サンプルを作成しました。

真空マニホールシステムを組み立てたのち、しわのあるほうが上になるようにしてフィルター上に SPEC ディスクを設置しました。1:1 EtOAc: MeCl_2 5 mL を添加し、ディスクを 1 分間浸したのち、真空下でゆっくりと吸引しました。次に、MeOH 5 mL をディスクに添加し、再びゆっくりと吸引しました。ディスクの乾燥を防ぐために、ディスク表面に層が残るようにしました。その後、試薬水 5 mL でディスクを洗浄し、真空下で吸引しました。このときも、ディスク表面に層が残るようにしました。

MeOH 5 mL を水サンプル 1 L に添加し、よく混合しました。適量のサロゲート標準添加溶液を添加し、サンプルを振とうしました。約 75~100 mL/min の速度で抽出ディスクに水サンプルを通過させました。その後、約 10 分間、ディスクに空気を通過させ、ディスクを乾燥させました。

ろ過用ガラス容器を取り外し、コレクションチューブの入ったフラスコに交換しました。フリット底のドリップチップの周囲にチューブがフィットしていることを確認し、ろ過装置を再び組み立てました。サンプル容器を EtOAc 5 mL で洗浄し、使い捨てピペットを用いてディスクに移しました。溶液を真空下できわめてゆっくりと吸引しました。 MeCl_2 5 mL を用いて、容器洗浄手順を繰り返しました。ガラス製の使い捨てピペットを用いて、2 ポーションの 1:1 EtOAc: MeCl_2 3 mL でろ過リザーバーを洗浄しました。

無水硫酸ナトリウム 5~7 g が入ったガラス製乾燥チューブに溶解液を通過させました。2 ポーションの 1:1 EtOAc: MeCl_2 3 mL で乾燥チューブを洗浄しました。抽出物と洗浄液を遠心分離管に集め、Labconco CentriVap 遠心濃縮機 (78100 シリーズ) を用いて約 0.8 mL に濃縮させました。濃縮の際、チューブの内壁を EtOAc で 2~3 回洗浄しました。最終抽出液量が 1.0 mL になるように EtOAc で調節し、GC 分析用のオートサンブラパイアルに移しました。

サンプル抽出手順

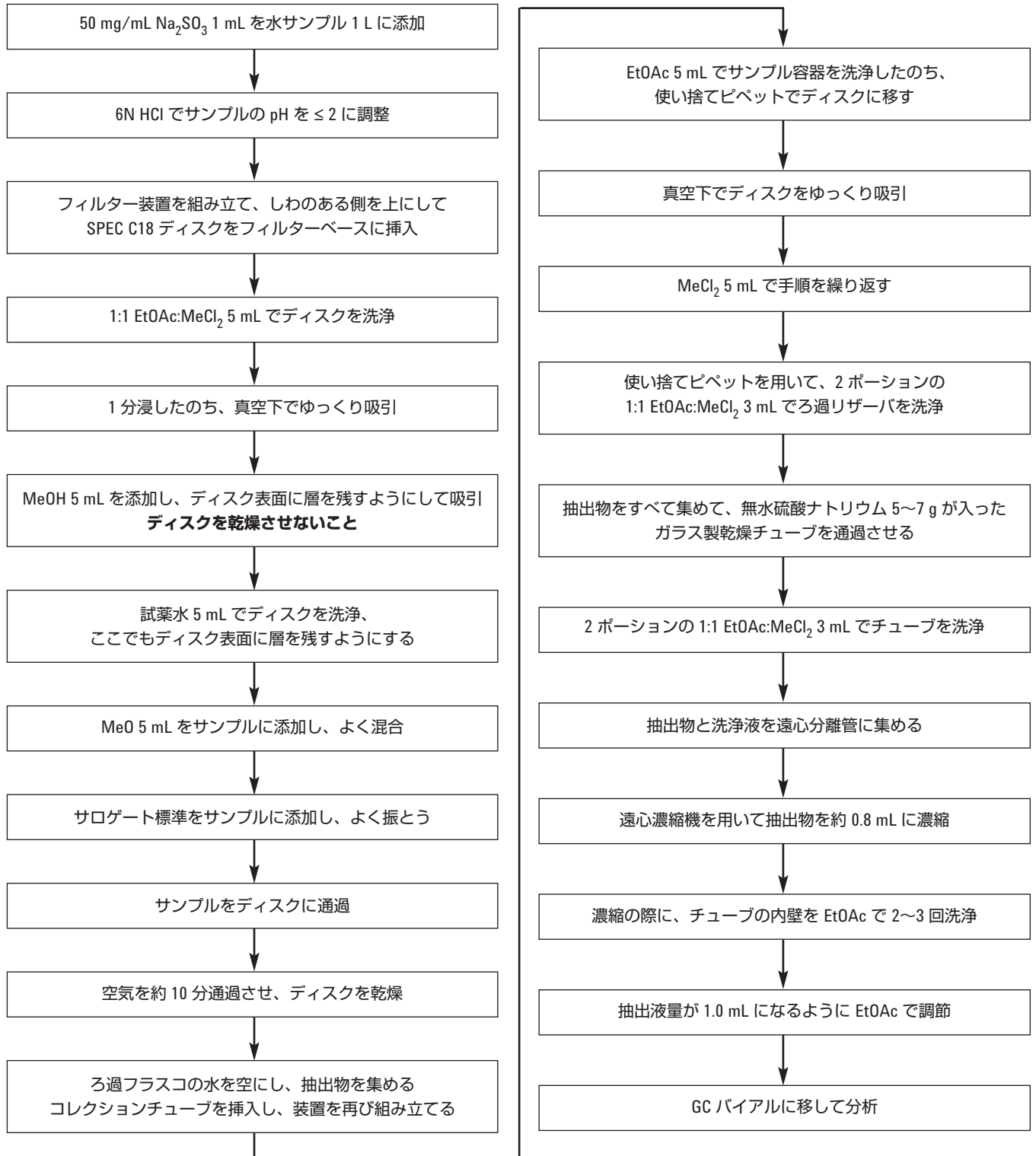


図 1. 水サンプル中塩素系農薬抽出のフローチャート

結果と考察

Agilent DB-35ms UI 一次カラムと Agilent DB-XLB 確認カラムを用いて、37 種類のターゲット塩素系殺虫剤および除草剤を 23 分未満で分離できました。図 2 は、酢酸エチル中で作成した 50 ng/mL 標準のデュアルカラム GC/μECD クロマトグラムを示しています。図

3 のクロマトグラムの拡大図からは、DB-35ms UI カラムを用いて分析した 10 ng/mL EPA 508.1 標準のピークレスポンスと分離能が優れていることが見てとれます。図 4 は、DB-XLB カラムの分離と選択性の違いを示しています。この違いは、確認カラムとしての利点を実証しています。

EPA 508.1 塩素系殺虫剤および除草剤の分離

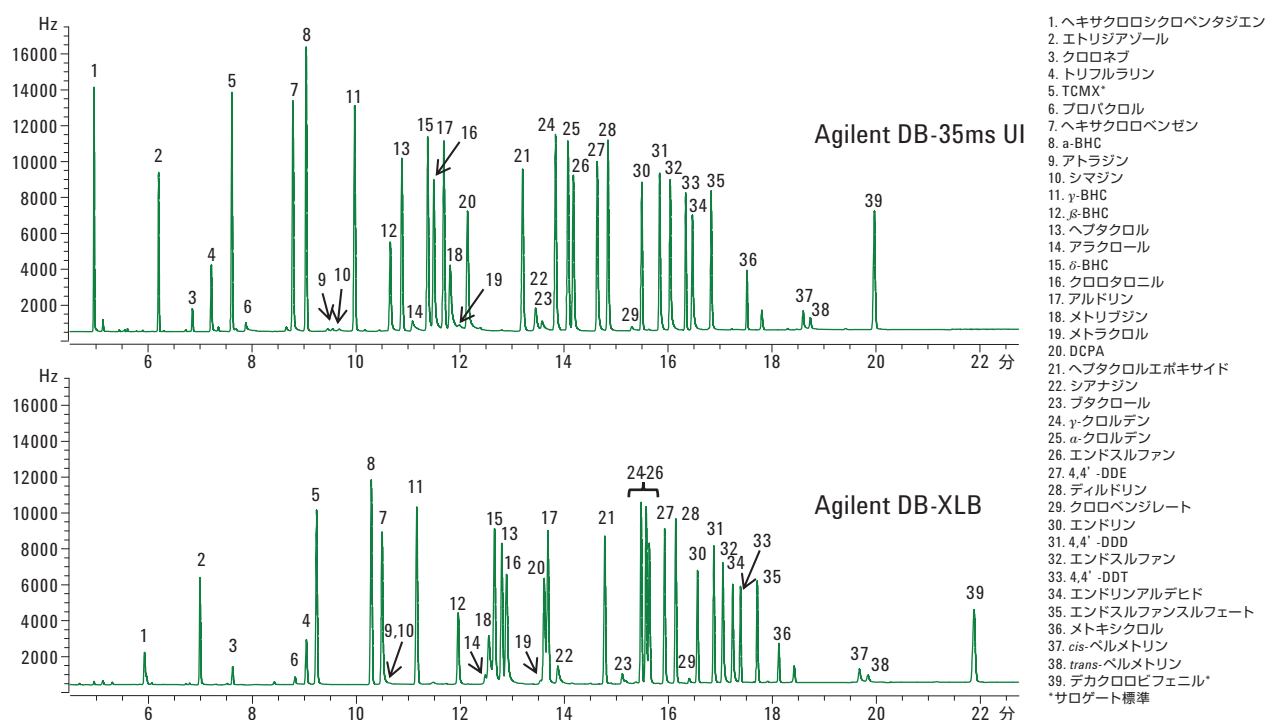


図 2. Agilent J&W DB-35ms UI 30 m x 0.32 mm、0.25 μm カラム (p/n 123-3832UI) と DB-XLB 30 m x 0.32 mm、0.5 μm カラム (p/n 123-1236) を用いて分析した 50 ng/mL 農薬標準の GC/μECD クロマトグラム。標準物質は Agilent 7696A サンプル前処理ワークベンチを用いて酢酸エチル中で作成。クロマトグラフィー条件は表 1 を参照

Agilent DB-35ms UI における EPA 508.1 低濃度農薬のピーク形状と分離能

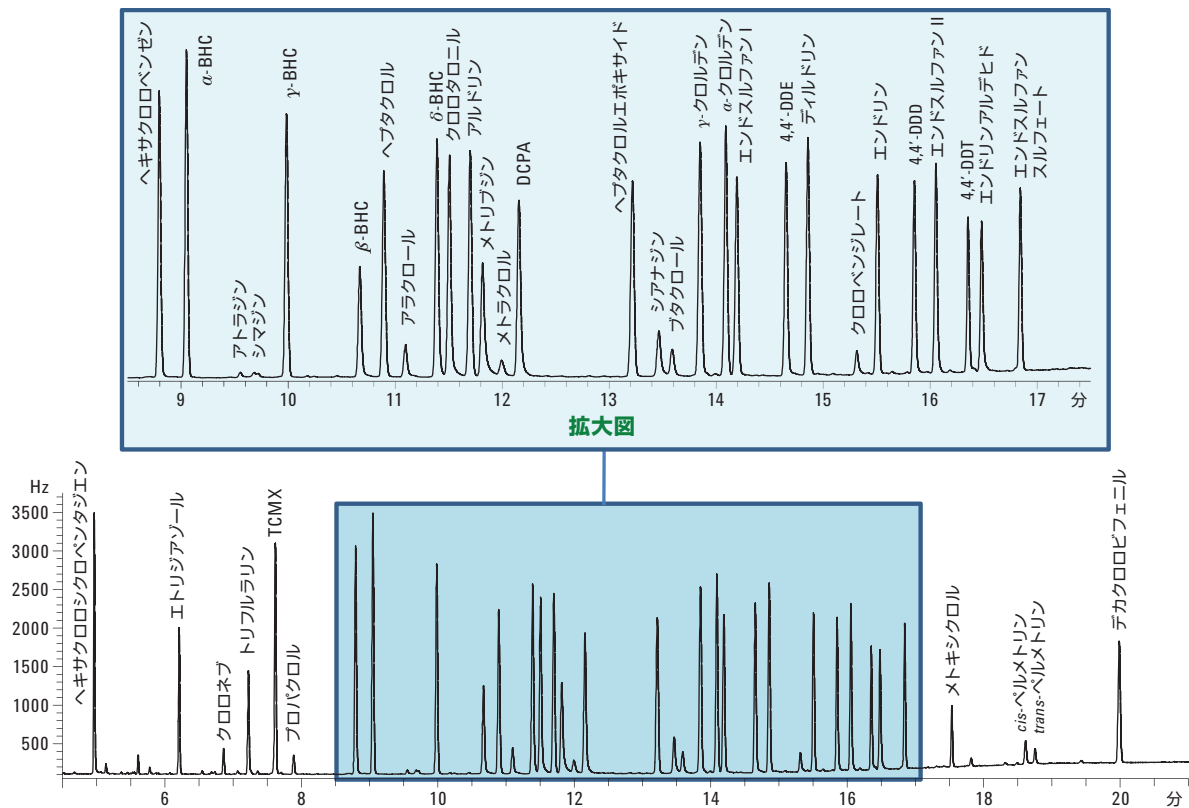


図 3. Agilent J&W DB-35ms UI 30 m x 0.32 mm, 0.25 μ m カラムを用いて分析した 10 ng/mL 塩素系農薬標準の GC/μECD クロマトグラムの拡大図。クロマトグラフィー条件は表 1 を参照

Agilent DB-XLB における EPA 508.1 低濃度農薬のピーク形状と分離能

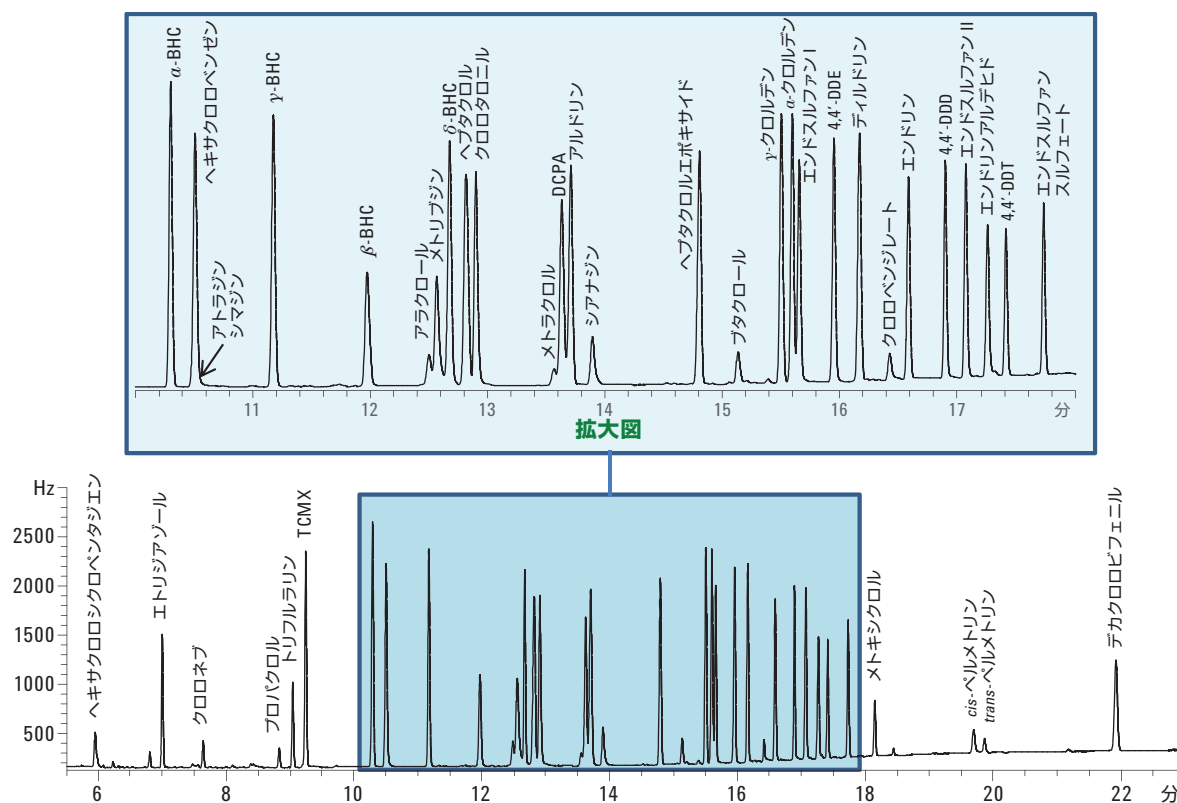


図 4. Agilent J&W DB-XLB 30 m x 0.32 mm, 0.5 μm カラムを用いて分析した 10 ng/mL 塩素系農薬標準の GC/μECD クロマトグラムの拡大図。
クロマトグラフィー条件は表 1 を参照

7 ポイント検量線を作成し、メソッドの直線性を評価しました。検量線の相関係数 (R^2) として定義される直線性を調べれば、ガスクロマトグラフィーカラムの性能を評価できます。市販の前処理済み酢酸エチル中標準を適切に希釈し、7 つの濃度のキャリブレーション用溶液を作成しました。Agilent 7696A サンプル前処理ワークベンチを用いて、濃度 1、2.5、5、10、25、50、100 ng/mL のキャリブレーション用標準を前処理しました。

レスポンスの非直線性は、注入口やカラムの不具合や吸着の指標となります。Agilent DB-35ms UI カラムと Agilent DB-XLB カラムでは、この分析のキャリブレーション範囲において、0.993 以上の相関係数 (R^2) が得られました。各農薬の値を表 4 に示しています。

表 4. GC/μECD により分析した EPA 508.1 塩素系農薬キャリブレーション用標準の相関係数 (R²)

直線性の評価結果

分析対象物	R ² 値		分析対象物	R ² 値	
	Agilent DB-35ms UI	DB-XLB		Agilent DB-35ms UI	DB-XLB
ヘキサクロロシクロペンタジエン	0.9996	0.9930	ヘプタクロルエボキサイド	0.9998	0.9998
エトリジアゾール	0.9982	1.0000	シアナジン	0.9994	0.9998
クロロネブ	0.9982	0.9981	ブタクロール	0.9990	0.9992
トリフルラリン	0.9976	0.9976	γ-クロルデン	0.9998	0.9999
TCMX (ss)	0.9997	0.9997	α-クロルデン	0.9998	0.9998
プロバクロル	0.9996	0.9986	エンドスルファン I	0.9998	0.9997
ヘキサクロロベンゼン	0.9996	0.9991*	4,4'-DDE	0.9998	0.9998
α-BHC	0.9998	1.0000	ディルドリン	0.9998	0.9999
アトラジン	0.9941	*	クロロベンジレート	0.9940	0.9985
シマジン	0.9971	*	エンドリン	0.9998	0.9996
γ-BHC	0.9999	0.9998	4,4'-DDD	1.0000	0.9999
β-BHC	0.9998	0.9999	エンドスルファン II	0.9999	0.9999
ヘプタクロル	0.9999	0.9998	4,4'-DDT	0.9993	0.9996
アラクロール	0.9986	0.9989	エンドリンアルデヒド	1.0000	0.9999
δ-BHC	0.9999	0.9996	エンドスルファンスルフェート	0.9997	0.9997
クロロタロニル	1.0000	1.0000	メトキシクロル	0.9993	0.9982
アルドリン	0.9998	0.9994	cis-ペルメトリン	0.9992	0.9992
メトリブジン	0.9997	0.9985	trans-ペルメトリン	0.9988	0.9995
メトラクロル	0.9973	0.9987	デカクロロビフェニル (ss)	0.9998	0.9997
DCPA	0.9996	0.9998			

(ss)-サロゲート標準 *共溶出

このメソッドでは、微量レベルの塩素系農薬を高い感度で検出できました。欧州連合指令では、飲料水中の各農薬の含有量限界が 0.1 μg/L と定められています [3]。この濃度を確実に検出するためには、規定の閾値を大きく下回る検出下限 (LOD) を備えたメソッドが求められます。図 5 は、抽出後の 0.01 μg/L 添加試薬水サンプルを Agilent DB-35ms UI カラムおよび Agilent DB-XLB カラムで分析した結果を示しています。このサンプルに添加した濃度は、規定の限界値を 1 桁下回るものです。また、EPA が飲料水中農薬に関して定めている最大汚染濃度 (MCL) と比べても、同等または下回る濃度です [1]。

Agilent SPEC C18AR 液固抽出ディスクを用いたサンプル前処理では、添加水サンプル中の塩素系農薬を効率的に保持し、予備濃縮することができました。既定の MCL レベルの微量農薬を測定する場合、農薬を検出レベルに濃縮するために、大量のサンプルが必要になります。大きい 47 mm C18 ディスクを使用することで、水サンプル 1 L を 75~100 mL/min の速度で抽出することができました。これにより、サンプルを約 10 分で処理し、サンプル前処理時間を短縮してスループットを向上することが可能になりました。

抽出水サンプルブランクと添加サンプルの GC/ μ ECD クロマトグラムの比較

- | | | | |
|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------------|
| 1. ヘキサクロシクロペンタジエン | 11. γ -BHC | 21. ヘプタクロルエポキシサイド | 31. 4,4'-DDD |
| 2. エトリジアゾール | 12. β -BHC | 22. シアナジン | 32. エンドスルファン |
| 3. クロロネブ | 13. ヘプタクロル | 23. プタクロール | 33. 4,4'-DDT |
| 4. トリフルラリン | 14. アラクロール | 24. γ -クロルデン | 34. エンドリンアルデヒド |
| 5. TCMX* | 15. δ -BHC | 25. α -クロルデン | 35. エンドスルファンスルフェート |
| 6. プロバクロル | 16. クロロタロニル | 26. エンドスルファン | 36. メトキシクロル |
| 7. ヘキサクロベンゼン | 17. アルドリノ | 27. 4,4'-DDE | 37. <i>cis</i> -ヘルメトリン |
| 8. α -BHC | 18. メトリブジン | 28. ディルドリン | 38. <i>trans</i> -ヘルメトリン |
| 9. アトラジン | 19. メトラクロル | 29. クロロベンジレート | 39. デカクロロビフェニル* |
| 10. シマジン | 20. DCPA | 30. エンドリン | *サロゲート標準 |

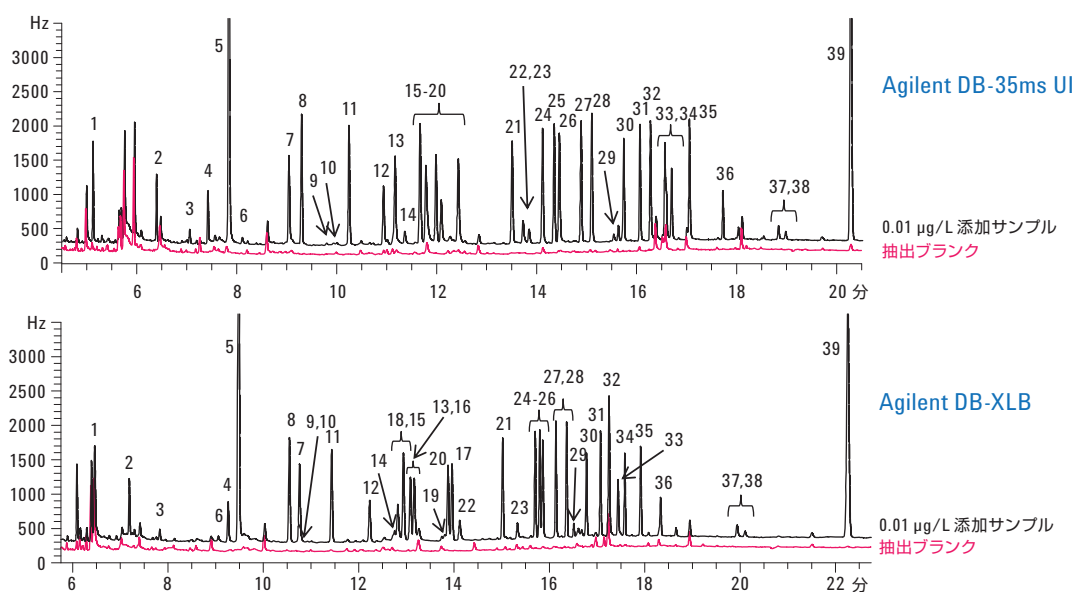


図 5. Agilent J&W DB-35ms UI 30 m x 0.32 mm, 0.25 μ m カラム (p/n 123-3832UI) と Agilent DB-XLB 30 m x 0.32 mm, 0.5 μ m カラム (p/n 123-1236) を用いて分析した 0.01 μ g/L 添加水サンプルと抽出ブランクの GC/ μ ECD クロマトグラム。

図 1 に示すサンプル前処理手順に従ってサンプルを前処理および抽出しました。クロマトグラフィー条件は表 1 を参照

このメソッドを用いて、飲料水サンプル中の塩素系農薬も分析しました。水道水サンプルを採取し、図 1 に示すサンプル前処理手順に従って前処理し、表 1 のクロマトグラフィー条件で分析しました。この水道水サンプルからは、この研究の検量線範囲のターゲット塩素系化合物は検出されませんでした。このサンプルの GC/ μ ECD クロマトグラムを表 6 に示しています。

抽出水サンプルブランクと飲料水サンプルの GC/μECD クロマトグラムの比較

- | | | | |
|-------------------|-------------|-------------------|--------------------------|
| 1. ヘキサクロシクロペンタジエン | 11. γ-BHC | 21. ヘプタクロルエポキシサイド | 31. 4,4'-DDD |
| 2. エトリジアゾール | 12. β-BHC | 22. シアナジン | 32. エンドスルファン |
| 3. クロロネブ | 13. ヘプタクロル | 23. プタクロール | 33. 4,4'-DDT |
| 4. トリフルラリン | 14. アラクロール | 24. γ-クオルデン | 34. エンドリンアルデヒド |
| 5. TCMX* | 15. δ-BHC | 25. α-クオルデン | 35. エンドスルファンスルフェート |
| 6. プロバクロル | 16. クロロタロニル | 26. エンドスルファン | 36. メトキシクロル |
| 7. ヘキサクロロベンゼン | 17. アルドリノ | 27. 4,4'-DDE | 37. <i>cis</i> -ヘルメトリン |
| 8. α-BHC | 18. メトリプジン | 28. ディルドリン | 38. <i>trans</i> -ヘルメトリン |
| 9. アトラジン | 19. メトラクロル | 29. クロロベンジレート | 39. デカクロロビフェニル* |
| 10. シマジノ | 20. DCPA | 30. エンドリン | *サロゲート標準 |

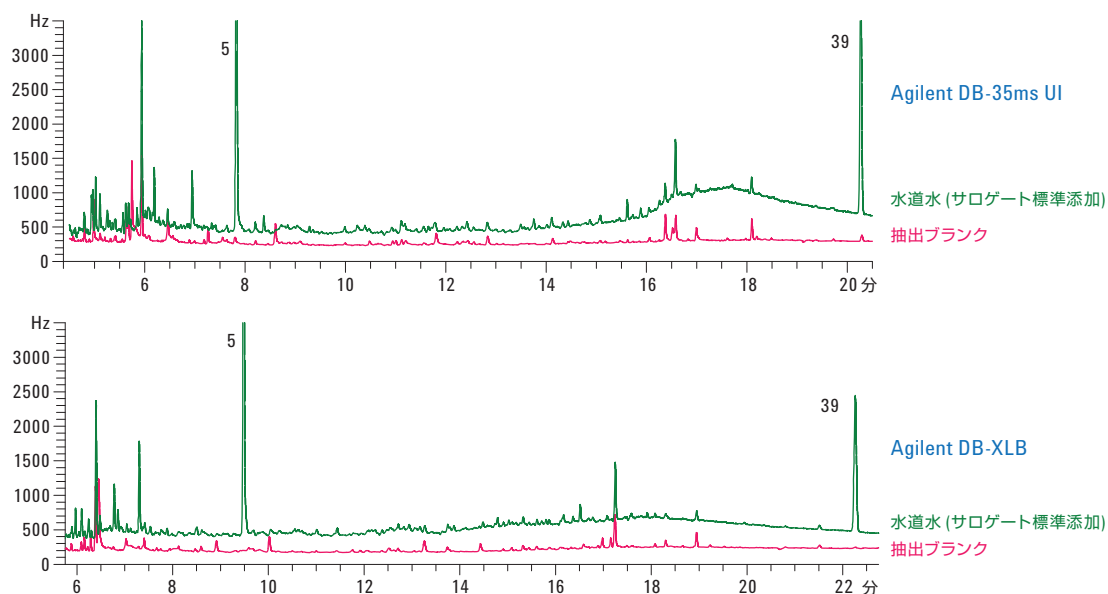


図 6. Agilent J&W DB-35ms UI 30 m x 0.32 mm、0.25 μm カラム (p/n 123-3832UI) と Agilent DB-XLB 30 m x 0.32 mm、0.5 μm カラム (p/n 123-1236) を用いて分析した水道水サンプルと抽出ブランクの GC/μECD クロマトグラム。

図 1 に示すサンプル前処理手順に従ってサンプルを前処理および抽出しました。クロマトグラフィー条件は表 1 を参照

結論

このアプリケーションノートでは、水サンプルにサブ µg/L レベルで含まれる塩素系殺虫剤および除草剤を効率的に抽出および検出できる分析メソッドを紹介しています。Agilent J&W DB-35ms UI キャピラリカラムを使えば、37 種類のターゲット農薬すべてを良好に分離できます。また、優れた感度が得られるため、低濃度でも確実に定量できます。塩素系農薬の分離に Agilent DB-XLB を用いれば、分析対象物の確認をおこなうことが可能です。

Agilent SPEC C18AR 47 mm 液固抽出ディスクにより、水サンプルからの農薬の抽出と予備濃縮を効率的におこなうことができました。これにより、微量化合物の検出が向上すると同時に、サンプル前処理時間を短縮できました。Agilent 7696A サンプル前処理ワークベンチで前処理したキャリブレーション用標準では、どちらのカラムについても、この研究の範囲において 0.993 以上の相関係数 R^2 が得られました。

この研究では、水サンプル中農薬について EU および EPA が定める最大汚染濃度の 10 分の 1 の濃度を検出できました。濃度 0.01 µg/L で添加した水サンプルを良好に前処理および分析できたことは、低濃度塩素系農薬測定における Agilent J&W DB-35ms UI カラムと Agilent DB-XLB カラムの有効性を示しています。水道水サンプルの分析では、このメソッドの検量線範囲における農薬は検出されませんでした。

謝辞

Agilent LSE 手順に関する助言と提案を与えてくださった Joan Stevens 博士に感謝します。

参考文献

1. Vos JG, Dybing E, Greim HA, Ladefoged O, Lambré C, Tarazona JV, Brandt I, Vethaak AD. (2000) Health effects of endocrine-disrupting chemicals on wildlife, with special reference to the European situation. Crit. Rev. Toxicol. 30(1):71-133.
2. EPA. List of Drinking Water Contaminants & MCLs, US Environmental Protection Agency, Washington, DC, Retrieved October 14, 2003 from <http://www.epa.gov/safewater/mcl.html#mcls>.

3. ECC Council Directive 80/778/ECC. Official Journal of the European Communities, No. L 229, August 30, 1980, p 11.
4. EEC. Drinking Waters Directive, Official Journal N229/11, Directive 80/778/EEC, 1988.
5. Ken Lynam and Doris Smith. Challenging Pesticide Analysis Using an Agilent J&W DB-35ms Ultra Inert GC Column. (2010) Agilent Technologies, Inc. Publication Number 5990-6595EN.
6. Limian Zhao and Allan D. Broske (2010) Evaluation of the Ultra Inert Liner Deactivation for Active Compounds Analysis by GC. Agilent Technologies, Inc. Publication Number 5990-7380EN.
7. US EPA 1995. Method 508.1. Determination Chlorinated Pesticides, Herbicides, and Organohalides by Liquid-Solid Extraction and Electron Capture Gas Chromatography. Revision 2.0.
8. Agilent 7696A サンプル前処理ワークベンチカタログ (2011). アジレント・テクノロジー、資料番号 5990-6908JAJP.
9. Rebecca Veeneman and Dale Snyder (2010) Improved Data Quality through Automated Sample Preparation. Agilent Technologies, Inc. Publication Number 5990-6974EN.
10. James D. McCurry (2011) Automation of a Complex, Multi-Step Sample Preparation using the Standalone Agilent 7696A WorkBench. Agilent Technologies, Inc. Publication Number 5990-7525EN.

詳細情報

本書のデータは一般的な結果を表すものです。アジレント製品とサービスの詳細については、アジレントのウェブサイト www.agilent.com/chem/jp をご覧ください。

www.agilent.com/chem/jp

アジレントは、本文書に誤りが発見された場合、また、本文書の使用により付随的または間接的に生じる損害について一切免責とさせていただきます。

本文書に記載の情報、説明、製品仕様等は予告なしに変更されることがあります。著作権法で許されている場合を除き、書面による事前の許可なく、本文書を複製、翻案、翻訳することは禁じられています。

アジレント・テクノロジー株式会社

© Agilent Technologies, Inc., 2012

Printed in Japan

January 24, 2012

5990-9735JAJP



Agilent Technologies