

# Agilent J&W DB-35ms Ultra Inert GC カラムを用いた GC/MS/FPD による リンゴ中有機リン系残留農薬の分析

## アプリケーションノート

環境、食品安全性

### 著者

Doris Smith、Ken Lynam  
Agilent Technologies, Inc.  
2850 Centerville Road  
Wilmington, DE 19809-1610  
USA

### 概要

Agilent J&W DB-35ms Ultra Inert (UI) 20 m x 0.18 mm x 0.18  $\mu$ m カラムを用いた実験により、分析対象化合物を効果的に分離し、分析困難な有機リン系 (OP) 農薬でも良好なピーク形状が得られました。ほとんどの農薬の検出下限は 15~25 ng/mL でした。標準物質を添加して任意の濃度にしたリンゴマトリックスを用いて、回収試験を実施しました。溶液の濃度は GC/MS/SIM で 150、300、750 ng/mL、リンモードの FPD で 50、100、250 ng/mL としました。ほとんどの農薬について、回収率は GC/MS/SIM で 77 %、GC/FPD で 75 % を超えました。

このアプリケーションノートでは、リンゴ抽出液中の低 ppm および微量レベルの有機リン (OP) 系残留農薬を効果的に測定する高速メソッドを紹介します。キャピラリーフローテクノロジー (CFT) 装置をポストカラムに設置し、MSD と FPD の間のフローを分割しました。また、自動バックフラッシュを導入し、残留サンプルのキャリーオーバーを低減し、機器のサイクル時間を短縮しました。このマルチシグナル構成により、1 回の注入でフルスキャン、選択イオンモニタリング (SIM)、蛍光光度検出 (FPD) をおこなうことができます。

簡単な QuEChERS (キャッチャーズ: Quick (高速)、Easy (簡単)、Cheap (低価格)、Effective (効果的)、Rugged (高い耐久性)、Safe (安全) の略) メソッドにより、低濃度の農薬の検出を維持しながら、サンプルマトリックスを十分に精製することができました。



Agilent Technologies

## はじめに

有機リン系 (OP) 農薬は、穀物栽培のために広く使用されています。有機リン系農薬の人体に対する毒性は、農薬中毒による急性の影響に加えて、慢性の影響もあることが知られています。OP 農薬は、神経インパルスの調節で重要な役割を果たす酵素のアセチルコリンエステラーゼを阻害し、昆虫や哺乳類の神経系に影響を与えます [1]。

子どもは体重に対する農薬の割合がおとなに比べて大きくなるため、有機リン系農薬の毒性の影響を受けやすいと考えられています [2]。また、子どもは OP 農薬を解毒する酵素の濃度が低いいため、農薬への曝露に対する抵抗力も弱くなります [3,4]。最近の研究では、子どもにおける OP 農薬への曝露と注意欠陥多動性障害 (ADHD) などの神経発達障害との関連性が示されています [3,5,6,7]。子どもにおけるおもな曝露経路は、OP 残留農薬を含む食品の摂取であることから [2,8]、食品サンプル中の残留農薬を測定できる分析試験が重要となります。

通常、果実や野菜に含まれる複数の残留農薬の測定では、植物マトリックスからの農薬の有機抽出に続き、共抽出物や他の干渉を除去するための精製手順がおこなわれます。Anastassiades ら [9] は、農産物中の残留農薬を分析する QuEChERS メソッドを開発しました。このアプローチにより、手間のかかる従来の抽出および精製手順を単純化しながら、残留農薬分析に対応できる堅牢でコスト効率の良い高速メソッドが実現しています。

有機リン系農薬などのクロマトグラフィーにおいて活性の高い化合物は、特に微量レベルの場合、サンプル流路の活性部位に吸着し、分析対象化合物のレスポンスを低下させることがあります。こうした農薬は、クロマトグラフィーシステムの活性部位との相互作用により、ピークテーリングが生じやすい傾向にあります。そのため、特に分析困難なサンプルマトリックスでは、分析が難しくなります。正確な定量を確保するためには、GC カラムの活性を最小限に抑えることが不可欠です。Agilent J&W DB-35ms Ultra Inert (UI) カラムでは、活性が最小限に抑えられているので、分析困難な活性の高い化合物でも、微量レベルで確実に分析することができます。中程度の極性の DB-35ms UI 相を使えば、無極性相とは異なる選択性が得られるので、共溶出する可能性のあるピークを分離したり、分析対象化合物をマトリックス干渉から離れた場所へ移したりすることが可能です。

複数シグナルの検出機能のあるガスクロマトグラフィーシステムを使えば、1 回の注入で、ターゲット化合物の同定や確認、定量を補完するデータが得られます。このメソッドにより、GC/MS/SIM とリンモードの FPD を用いた有機リン系農薬の同時検出が可能になります。このメソッドでは、MSD と FPD の間で、カラム流を分割します。ここで選択したアプローチでは、GC/MSD/FPD システムを用いて、分析対象ピークの溶出順序を

同定および確認しています。溶出順序が測定されたら、クロマトグラフィーパラメータを簡単に GC/FPD システムに変換できます。フロー分割なしの FPD 検出を用いれば、感度の閾値を高め、微量レベルの検出をさらに向上させることができます。

使用した GC/MS システムは、バックフラッシュ機能も備えています。この機能により、注入口パージバルブをとおして溶出の遅いマトリックス成分を逆流させることで、機器のサイクル時間を短縮することができます。このテクニックを使えば、注入と注入の間の長いベイクアウト時間が不要になります。バックフラッシュには、機器に悪影響を与えるマトリックス成分をシステムから除去することで、イオン源洗浄の頻度を少なくするという利点もあります [10]。

## 実験手法

一連の実験には、蛍光光度検出器 (FPD) と 7683B オートサンブラを備えた Agilent 7890 GC と Agilent 5975C MSD を使用しました。パージド 2 ウェイキャピラリフローテクノロジー (CFT) 装置を用いて、MSD:FPD へのカラム流を 3:1 で分割しました。CFT 装置は、ポストカラムのバックフラッシュ機能も備えています。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、実験で使用したフローパスの消耗品を記載しています。

表 1. クロマトグラフィー条件

GC/MSD :	Agilent 7890 GC/Agilent 5975C シリウス GC/MSD
サンブラ :	Agilent 7683B オートサンブラ、5.0 $\mu$ L シリンジ (部品番号 5181-1273)
CFT 装置 :	パージド 2 ウェイスプリッタ (部品番号 G3180B) スプリット比 3:1 MSD:FPD
MSD リストリクタ :	1.2 m x 0.15 mm id 不活性フューズドシリカ チューブ
FPD リストリクタ :	1.4 m x 0.15 mm id 不活性フューズドシリカ チューブ
PCM 1 :	3.8 psi コンスタント圧力
注入口 :	1 $\mu$ L スプリットレス、250 °C、パージフロー 0.25 分で 60 mL/min、ガスセーバーオン、2 分で 20 mL/min
カラム :	Agilent J&W DB-35ms UI 20 m x 0.18 mm x 0.18 $\mu$ m (部品番号 121-3822UI)
キャリア :	ヘリウム、コンスタントプレッシャ 43.5 psi、95 °C
オープン :	95 °C (1.3 分)、15 °C/min~125 °C、5 °C/min~165 °C、2.5 °C/min~195 °C、20 °C/min~280 °C (3.75 分)
分析後	
バックフラッシュ :	5 分、280 °C、バックフラッシュ中の PCM 1 圧力 70 psi、バックフラッシュ中の注入口圧力 2 psi
MSD :	トランスファーライン 310 °C、イオン源 310 °C、四重極 150 °C

表 2. 使用した消耗品

バイアル:	茶色クリンプトップガラスバイアル (部品番号 5183-4496)
バイアルキャップ:	クリンプキャップ (部品番号 5181-1210)
バイアルインサート:	250 $\mu$ L ガラス/ポリマーフィート (部品番号 5181-8872)
シリンジ:	5 $\mu$ L (部品番号 5181-1273)
セプタム:	アドバンストグリーン (部品番号 5183-4759)
注入口ライナ:	不活性デュアルテーパー Helix ライナ (部品番号 5188-5398)
フェラル:	0.4 mm id ショート、85 %/15 % ベスペル/グ ラフアイト (部品番号 5181-3323)
PCT フィッティング:	インターナルナット (部品番号 G2855-20530)
PCT フェラル:	SilTite フェラル、0.25 mm id (部品番号 5188-5361)
20 倍拡大鏡:	20 倍 Magnifier ループ (部品番号 430-1020)

## 試薬と化学物質

すべての試薬と溶媒は、HPLC または Ultra Resi グレードのものを使用しました。Honeywell (マスキーゴン、ミシガン州、米国) のアセトニトリル (ACN)、Burdick & Jackson のトルエン、JT Baker のアセトンを VWR International (ウェストチェスター、ペンシルベニア州、米国) より購入しました。12 成分の農業標準は、Ultra Scientific (ノースキングスタウン、ロードアイランド州、米国) により調製されたものです。

## 溶液と標準物質

OP 農業標準原液 (12 種類の有機リン系農薬 100  $\mu$ g/mL) をアセトンで希釈し、1 および 10  $\mu$ g/mL の添加溶液を作成しました。サロゲート標準のリン酸トリフェニル (TPP) をトルエン中で濃度 1、15、100  $\mu$ g/mL に調製しました。添加溶液を用いて、適切な希釈により、マトリックスブランク抽出液の検量線を作成しました。

## サンプル前処理

有機リンゴサンプルを地元の食料品店で購入しました。リンゴを小さな四角状に刻み、 $-80^{\circ}\text{C}$  で一晩冷凍しました。その後、サンプルを完全に粉砕し、均質な状態にしました。サンプル抽出メソッドとしては、QuEChERS メソッドを使用しました。図 1 にサンプル前処理手順のフローチャートを示しています。

リンゴ 15 ( $\pm 0.1$ ) g を含むサンプルを計量し、遠心分離管に入れました。サンプルに適量の標準溶液を加え、スプリット比 3:1 に対して、GC/MS-SIM 測定用では 150、300、750 ng/mL、FPD (炎光光度検出) 用では 50、100、250 ng/mL の定量濃度の QC サンプルを作成しました。各サンプルに ACN 15-mL を加えました。サンプル抽出を促進するために、各サンプルに 2 つのセラミックバー (部品番号 5982-9313) を加え、サンプルを 1 分間ボ

ルテックスしました。MgSO<sub>4</sub> 6 g と塩化ナトリウム 1.5 g を含む Agilent オリジナル QuEChERS 抽出塩バケット (部品番号 5982-5555) を各遠心管に加えました。遠心管に蓋をして、Geno/Grinder を用いて 1500 rpm で 1 分間攪拌しました。その後、サンプルを 4000 rpm で 5 分間遠心分離しました。

上澄み 8 mL を一般的な果実および野菜用の Agilent QuEChERS 分散 SPE 15 mL チューブ (部品番号 5982-5058) に移しました。この dSPE チューブを 1 分間ボルテックスしたのち、4000 rpm で 3 分間遠心分離し、サンプル抽出を完了しました。dSPE チューブの抽出液を GC バイアルに移し、表 1 に記載したクロマトグラフィー条件を用いて、SIM GC/MS および GC/FPD で分析しました。

水とアセトニトリルの抽出液をサンプルと同じ方法で調製し、試薬ブランクとして使用しました。

### QuEChERS サンプル前処理ワークフロー

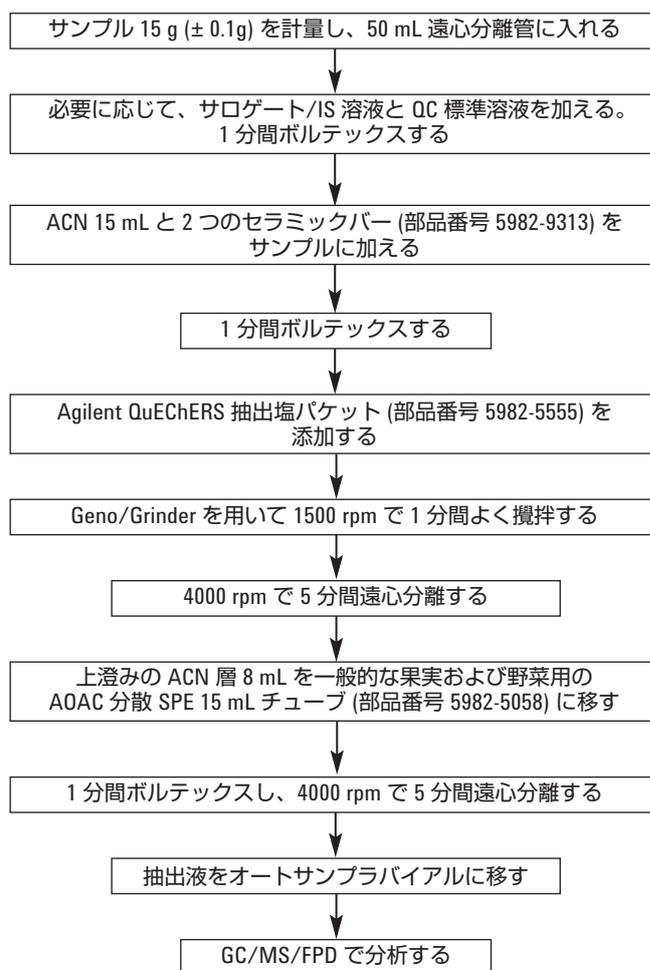


図 1. リンゴサンプルの Agilent QuEChERS 抽出手順のフローチャート

## 結果と考察

Agilent J&W DB-35ms UI 20 m x 0.18 mm x 0.18 μm 分析カラムを用いて、有機リン系農薬を約 30 分で分離できました。図 2 の 12 成分農薬マトリックス標準のクロマトグラムは、GC/MS/SIM と FPD のいずれについても良好なピーク形状が得られたことを示しています。有機リン系農薬、特に極性の高い農薬は、分析が困難です。ピーク形状の拡散や過度のテーリングがしばしば見られるため、信頼性の高い微量レベルの定量が難しくなることがあります。不活性度の高い DB-35ms UI では、より良好なピーク形状が得られ、サンプル吸着が抑えられるため、より優れた検出下限が実現します。図 3 は、DB-35ms UI カラムを使えば、極性の高い 4 種類の OP 農薬 (オキシデメトンメチル、メタミドホス、メビンホス、アセフェート) でも優れたピーク形状が得られることを示しています。

DB-35ms UI 高効率カラムの優れた性能により、この研究のキャリブレーション範囲全体において、優れた直線性と回収率が得られています。農薬検量線の  $r^2$  値として定義されるこのカラムの直線性は、いずれの検出器を用いた場合も、すべての農薬で 0.992 以上でした。各 OP 農薬の値を表 3 に示しています。

GC/MS/SIM 分析では、ほとんどの農薬について、15~20 ng/mL までの濃度を検出できました。30 ng/mL を下回る濃度で、揮発性の高い農薬については、SIM シグナルを高くする必要があります。これはおもに、マトリックス干渉の存在によるものです。リンモードの蛍光光度検出は、リンを含む化合物のみを検出するため、複雑なマトリックスに含まれる微量の OP 農薬を、マトリックス干渉を抑えながら検出することができます。FPD では、15 ng/mL までの OP 農薬を検出できました。ただし、ナレドについては、より高い濃度 (>25 ng/mL) までしか検出できませんでした。ナレドは脱臭素化を起こすことがあり、これが検出、特に微量検出に影響を与えます。ターゲット OP 農薬の検出レベルは、リンゴマトリックスに関する米国の最大許容残留量 (MRL) を大きく下回りました。ただし、リンゴとブドウの MRL が 10 ppb であるクロルピリホスを除きます [11]。フローを分割しない GC/FPD 分析では感度が高くなるため、クロルピリホスが必要とされるより濃度の低い検出が可能になります。

Agilent J&W DB-35ms UI カラムを用いた 12 成分 OP 農薬の分離

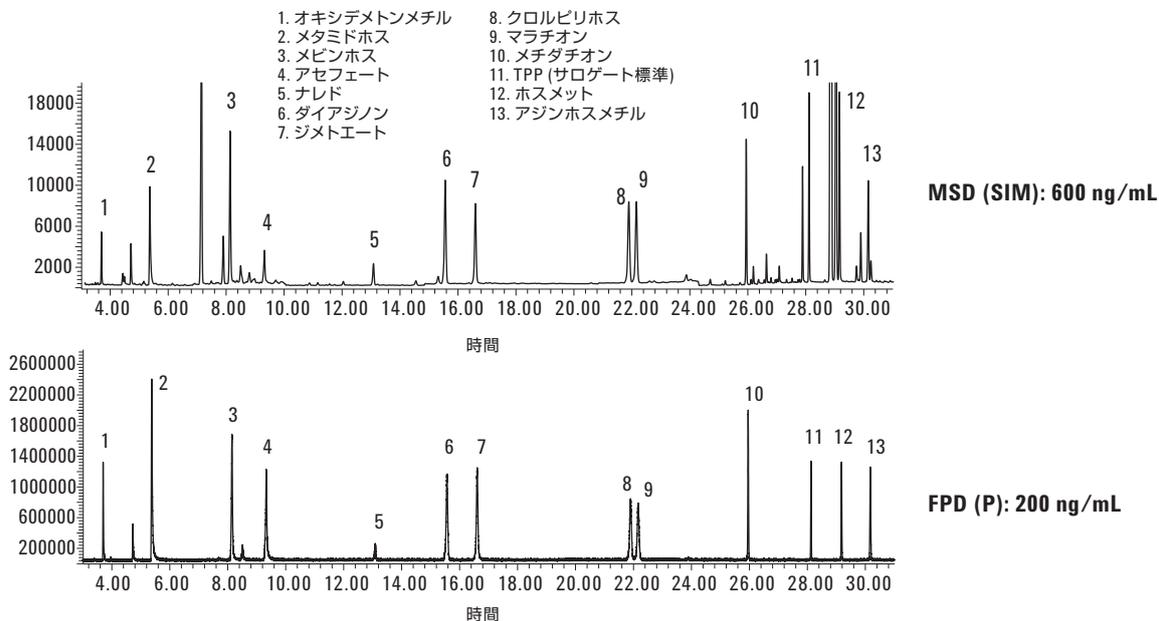


図 2. マトリックス中の有機リン系農薬標準 GC/MS-SIM および FPD クロマトグラム。Agilent J&W DB-35ms UI 20 m x 0.18 mm x 0.18 μm キャピラリー GC カラム (部品番号 121-3822UI) で分析。表 1 に記載のクロマトグラフィ条件を使用。カラム流のスプリット比は MSD:FPD = 3:1

### Agilent J&W DB-35ms UI カラムにおける低濃度の極性農薬の優れたピーク形状

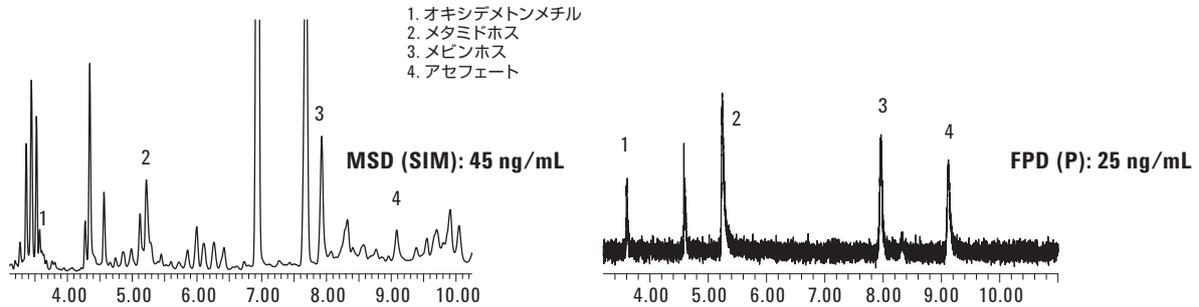


図 3. 分析困難な極性農薬の GC/MS/SIM および FPD クロマトグラムの部分拡大図。Agilent J&W DB-35ms UI キャピラリカラム (部品番号 121-3822UI) で分析。表 1 に記載のクロマトグラフィ条件を使用。カラム流のスプリット比は MSD:FPD = 3:1

表 3. GC/MS-SIM およびリンモードの FPD、スプリット比 MSD:FPD = 3:1 で分析した OP 農薬キャリブレーション標準の相関係数

#### Agilent J&W DB-35ms UI カラムにおける OP 農薬の優れた直線性

	MSD	FPD
オキシデメトンメチル	0.994	0.997
メタミドホス	0.997	0.997
メビンホス	0.997	0.999
アセフェート	0.997	0.999
ナレド	0.992	0.996
ダイアジノン	0.996	0.997
ジメトエート	0.997	0.999
クロルピリホス	0.997	0.998
マラチオン	0.995	0.999
メチダチオン	0.996	0.999
TPP	0.999	0.997
ホスメット	0.997	0.999
アジンホスメチル	0.995	0.999

MSD キャリブレーション濃度 30、75、150、300、525、750、1500 ppb、  
FPD キャリブレーション濃度 25、50、100、175、250、500 ppb の  $r^2$  値

QuEChERS アプローチを用いた抽出プロセスにより、リンゴサンプル中の OP 農薬を効果的に保持し、GC/MS 分析に十分に対応できるレベルにまでサンプルマトリックスを精製することができました。図 4 に、リンゴマトリックスサンプルに添加した有機リン系農薬混合物の分析結果を示しています。マトリックスは、抽出/分画および分散 SPE を含む QuEChERS サンプル前処理により処理しました。分析対象化合物のトレースの下に示した GC/MS/SIM ブランクマトリックスのトレースは、分析対象化合物に影響する可能性のあるマトリックス干渉のレベルを示しています。有機リン系農薬のピーク形状はきわめてシャープで、良好に分離されています。このことは、果実マトリックス分析における DB-35ms UI カラムの優れた性能を示しています。

GC/MS/SIM により濃度 150、300、750 ng/mL における回収率を、リンモードの FPD により濃度 50、100、250 ng/mL における回収率を測定しました。ほとんどの農薬で、回収率は 75% を超え、平均 RSD は 10% を下回りました。各 OP 農薬の回収率を表 4 にまとめています。極性の高い農薬 (オキシデメトンメチル、メタミドホス、アセフェート) では、回収率が低くなっています。原因としては、抽出手順の際の水溶性層への不完全な分画により、極性と水溶性の高いこれらの農薬が部分的に失われたことが考えられます [12]。

**アジレント Bond Elut QuEChERS 抽出および  
分散 SPE で処理したあとの添加サンプルとリンゴ抽出液ブランクの  
GC/MS SIM クロマトグラムの比較**

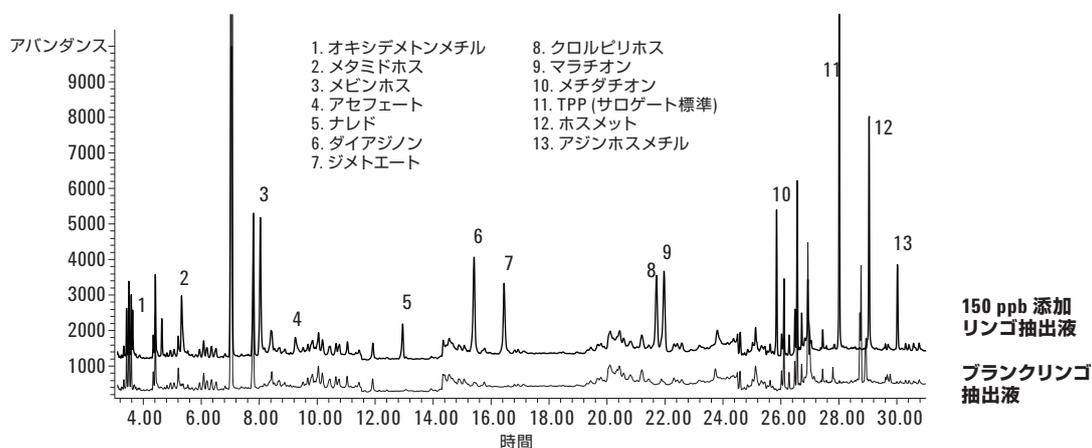


図 4. リンゴ抽出液ブランクと 150 ng/mL 添加リンゴ抽出液の GC/MS/SIM クロマトグラム。  
Agilent J&W DB-35ms UI キャピラリカラム (部品番号 121-3822UI) で分析。表 1 に記載のクロマトグラフィー条件を使用

表 4. Agilent J&W DB-35ms UI カラム (部品番号 121-3822UI) における添加リンゴマトリックス中の OP 農薬の回収率と再現性 (続く)

**Agilent J&W DB-35ms UI カラムを用いて SIM GC/MS で分析した  
添加リンゴマトリックス中 OP 農薬の回収率と再現性**

化合物	150 ng/mL 添加 QC		300 ng/mL 添加 QC		750 ng/mL 添加 QC	
	% 回収率	RSD (n=6)	% 回収率	RSD (n=6)	% 回収率	RSD (n=6)
オキシデメトンメチル	64.6	5.5	64.0	5.0	61.9	8.2
メタミドホス	68.9	8.5	78.6	3.9	83.8	3.9
メビンホス	88.7	4.3	93.4	2.6	97.0	3.2
アセフェート	77.5	6.4	80.3	5.2	84.3	2.6
ナレド	92.9	6.2	87.6	2.4	80.3	5.7
ダイアジノン	84.5	3.0	89.0	2.7	90.9	3.0
ジメトエート	90.6	2.9	92.9	3.3	96.6	3.6
クロルピリホス	87.0	3.7	91.7	3.1	95.6	3.6
マラチオン	92.5	3.8	91.9	3.4	97.3	3.6
メチダチオン	89.6	4.4	92.1	3.4	99.2	3.7
TPP (サロゲート標準)	100.6	3.8	101.5	3.1	100.1	3.0
ホスメット	85.9	5.1	86.8	3.4	95.1	3.8
アジンホスメチル	88.6	4.2	84.3	3.5	95.4	3.9

表 4. Agilent J&W DB-35ms UI カラム (部品番号 121-3822UI) における添加リンゴマトリックス中の OP 農薬の回収率と再現性

**Agilent J&W DB-35ms UI カラムを用いて GC/FPD で分析した  
添加リンゴマトリックス中 OP 農薬の回収率と再現性**

化合物	150 ng/mL 添加 QC		300 ng/mL 添加 QC		750 ng/mL 添加 QC	
	% 回収率	RSD (n=6)	% 回収率	RSD (n=6)	% 回収率	RSD (n=6)
オキシデメトンメチル	45.8	8.5	60.6	9.4	62.4	7.7
メタミドホス	63.4	9.2	75.5	5.9	83.7	4.3
メビンホス	80.5	5.0	90.1	3.5	93.5	4.1
アセフェート	64.1	11.1	78.5	7.5	81.3	7.9
ナレド	97.2	12.0	87.6	8.0	78.6	8.7
ダイアジノン	80.1	2.3	86.7	2.9	90.3	3.5
ジメトエート	80.6	7.2	91.0	3.6	93.6	4.6
クロルピリホス	80.8	4.7	91.5	5.5	96.6	4.4
マラチオン	84.7	4.4	92.9	4.5	96.9	4.8
メチダチオン	84.7	7.9	93.9	2.6	96.1	4.1
TPP (サロゲート標準)	99.6	2.3	99.7	6.0	95.9	3.2
ホスメット	76.6	5.5	89.3	2.6	92.4	4.5
アジンホスメチル	79.4	7.6	88.5	4.5	93.8	3.2

## 結論

この研究では、リンゴサンプルに含まれる微量の有機リン系残留農薬を監視するための効率的な高速分析メソッドを紹介しています。MSD と FPD の間でカラム流を分割することで、1 回の注入で OP 農薬の分離、同定、確認をおこなうことができます。これにより、ラボの生産性が向上します。フルスキャンモードの GC/MS を使えば、特定の農薬を同定でき、SIM モードでは、微量レベルの農薬を定量するための選択性と感度が得られます。リンモードの FPD により、確認機能やさらなる選択性が得られます。FPD 検出では、マトリックス干渉を最小限に抑え、より低い濃度まで検出することができました。

一般的な果実および野菜用の Agilent Bond Elut QuEChERS メソッドを使えば、サンプルを十分に精製し、微量化合物の検出を維持しながら、マトリックス干渉を低減することができます。

この簡単な QuEChERS 抽出メソッドにより、サンプル前処理が迅速化され、サンプルスルー時間が向上します。バックフラッシュを用いれば、残留農薬サンプルマトリックスのキャリーオーバーを除去できます。これにより、ベイクアウトが不要になり、分析時間が大幅に短縮されます。

Agilent J&W DB-35ms UI キャピラリカラムを使えば、ターゲット OP 農薬を分離し、極性農薬でも優れたピーク形状が得られます。これにより、より信頼性の高い微量レベルの定量が可能になります。OP 農薬の検出レベルは、米国の定める各種果実の最大許容残留量 (MRL) 以下です。GC/MS/SIM と FPD のいずれについても、キャリブレーション標準の回帰係数  $r^2$  は 0.992 以上で、添加実験の回収率は 75 % 以上、平均 RSD は 10 % 未満でした。この結果は、残留農薬測定における Agilent J&W DB-35ms UI カラムの効率をさらに裏づけています。

## 参考文献

1. L. G. Sultatos, "Mammalian Toxicology of Organophosphorus Pesticides. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. 1994; 43(3):271 – 289.
2. NRC (National Research Council) (1993) "Pesticides in the Diets of Infants and Children," National Academy Press, Washington, DC.
3. B. Eskenazi, A. R. Marks, A. Bradman A, et al. "Organo- phosphate Pesticide Exposure and Neurodevelopment in Young Mexican-American Children. *Environ Health Perspect*. 2007; 115:792-798.
4. C. E. Furlong, N. Holland, R. J. Richter, A. Bradman A, A. Ho, B. Eskenazi, "PON1 Status of Farmworker Mothers and Children as a Predictor of Organophosphate Sensitivity." *Pharmacogenet Genomics*. Mar 2006; 16(3):183-190.
5. M. F. Brouhard, D. C. Bellinger, R. O. Wright, and M. G. Weisskopf, "Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Urinary Metabolites of Organophosphate Pesticides. *Pediatrics* 2010; 125; e1270-e1277.
6. A. R. Marks, K. Harley, A. Bradman, K. Kogurt, D. B. Barr, C. Johnson, N. Calderon, and B. Eskenazi, "Organophosphate Pesticide Exposure and Attention in Young Mexican-American Children," *Environ. Health Perspect*. doi:10.1289/ehp.1002056.
7. M. Bjørling-Poulsen, H. R. Andersen, and P. Grandjean, "Potential Developmental Neurotoxicity of Pesticides Used in Europe," *Environmental Health* 2008, 7:50 doi:10.1186/1476-069X-7-50.
8. C. Lu, K. Toepel, R. Irish, R. A. Fenske, D. B. Barr, and R. Bravo, "Organic Diets Significantly Lower Children's Dietary Exposure to Organophosphorus Pesticides," *Environ. Health Perspect*. 2006; 114, 260-263.
9. M. Anastassiades, S. J. Lehotay, D. Štajnbaher, F. J. Schenck, "Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile extraction/Partitioning and 'Dispersive Solid-Phase Extraction' for the Determination of Pesticide Residues in Produce," *J. AOAC Int*. 2003; 86, 412-431.
10. C. J. Meng, 「バックフラッシュによる生産性の向上とカラム寿命の延長」、アジレント・テクノロジー、資料番号 5989-6018JAJP
11. <http://www.mrl database.com/>
12. F. Schenck, J. Wong, C. Lu C, J. Li, J. R. Holcomb, L. M. Mitchell, "Multiresidue Analysis of 102 Organophosphorus Pesticides in Produce at Parts-per-Billion Levels Using a Modified QuEChERS Method and Gas Chromatography with Pulsed Flame Photometric Detection," *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, Vol. 92, No. 2, 2009, 561-573.

## 詳細情報

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](http://www.agilent.com/chem/jp) をご覧ください。

[www.agilent.com/chem/jp](http://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., 2011

Printed in Japan

January 20, 2011

5990-7165JAJP



**Agilent Technologies**