

GC/MS/MS アナライザと農薬および 環境汚染物質 MRM データベース

アプリケーションノート

食品安全性・環境

著者

Chin-Kai Meng
Agilent Technologies, Inc.
2850 Centerville Road
Wilmington, DE 19808
USA

概要

Agilent 7890A GC システムおよび Agilent 7000 シリーズトリプル四重極 GC/MS を基盤にした GC/MS/MS 多成分残留物アナライザは、ラボのスタートアッププロセスを簡略化するために開発されました。このデータベースには、平均で 8 つの MRM トランジションと各化合物の相対強度が含まれ、マトリックス干渉を最小限に抑えるための代替的な測定手段を提供します。使いやすいツールに加え、チュートリアルビデオがデータベースに含まれているため、化合物の CAS 番号のリストに基づいて MRM 取り込みメソッドを 5 分未満で作成することができます。

はじめに

残留農薬の分析は、幅広い作物または環境マトリックスに含まれる数十または数百もの化合物を分析しなければならない複雑なタスクです。トリプル四重極 GC/MS (GC/MS/MS) は、複雑なマトリックスの分析に優れた感度と選択性を提供します。アジレントは、ラボのスタートアッププロセスを簡略化する、事前に構成されたテスト済みの複数の GC/MS/MS アナライザを提供しています。ただし、ラボの分析機能は、主に取り込みメソッドの MS/MS MRM トランジションの完全性によって決まります。アジレントは、ほとんどのラボが直面している多くの制限に対応するために、1,070 を超える化合物の MS/MS MRM 農薬および環境汚染物質データベース (G9250AA) を開発しました。このデータベースは、使いやすいようにスプレッドシート形式になっています。マトリックス干渉を回避するために、データベースに含まれる各化合物について複数のトランジション (平均で 8 個のトランジションと相対強度) を取り込む作業を行いました。



Agilent Technologies

MS/MS MRM データベースの主な特長は次のとおりです。

- すべての化合物標準を購入せずに取り込みメソッドを構築できるため、時間が短縮され、コストが削減される
- 定流量または定圧メソッドのリテンションタイムが含まれ、他の GC オープンプログラムに容易に移行できるように、対応する保持指標 (RI) の値も含まれる
- 化合物ごとに複数の MS/MS トランジション (平均で 8 つ) があるため、マトリックス干渉を回避するために代わりのトランジションを使用できる
- 化合物内で各 MS/MS トランジションの相対強度が表示されるため、トランジションの選択が容易になる
- 化合物の種類 (フタル酸塩、PAH、有機リン、防かび剤、半揮発性汚染物質など、付録 A を参照)、CAS 番号、分子式、分子量などに従ってすばやくソート可能

データベースのツールを使用すると、化合物の CAS 番号のリストに基づく MRM 取り込みメソッドを、データベースの MS/MS トランジションのサブセットから 5 分未満で容易に作成することができます。

実験条件

サンプル前処理

複雑なマトリックスに含まれる微量レベルの対象化合物の検出には、適切な抽出およびクリーンアップ手順を使用することが必要です。QuEChERS サンプル前処理技術は、食品中の農薬分析のために USDA の科学者により 2003 年に初めて導入されたものです [1]。この技術は、Quick (高速)、Easy (簡単)、Cheap (低価格)、Effective (効果的)、Rugged (高い耐久性)、Safe (安全) といったその特別な特長により、多成分残留農薬分析向けの技術として世界中に迅速に広まりました。QuEChERS による抽出物を、LC および GC と MS を組み合わせて分析し、幅広い残留農薬を測定することができます。アジレントの QuEChERS 抽出キットおよび分散 SPE クリーンアップキットは、さまざまな食

品マトリックスで頻繁に使用される農薬について優れた回収率を示しました [2、3]。この実験で使用したサンプル抽出物は、アプリケーションノート (Zhao、その他) [4] に記載されている QuEChERS 技術を使用して前処理しました。

GC/MS/MS アナライザ

多成分残留物 GC/MS/MS アナライザは、アジレント独自のキャピラリー・フロー・テクノロジー (CFT) を使用して構成されているため、堅牢で信頼性の高い GC カラムのバックフラッシュが可能です。GC カラムをバックフラッシュすると、分析時間の短縮、カラム寿命の延長、化学的バックグラウンドの軽減、一貫したリテンションタイムとスペクトルの提供、MS イオン源のクリーンな状態での維持が可能になります。マルチモード注入口 (MMI) により、コールド、ホット、または溶媒ベントモードでサンプルを柔軟に注入することができます。各アナライザシステムは 17 種類の化合物の混合物を使用してテストされ、リテンションタイムは工場ロックされています。

さまざまなラボのニーズを満たす 2 種類のハードウェア構成が用意されています (図 1 を参照)。

- G3445A – オプション 411: この構成は、ポストカラムバックフラッシュを使用した定圧モードメソッドに基づいています。この構成では、GC 検出器を柔軟に追加することができます。分析時間を短縮するための拡張が容易です。
- G3445A – オプション 412: この構成は、ミッドカラムバックフラッシュを使用した定流量モードメソッドに基づいています。このメソッドは最高レベルの性能と短いサイクルタイムを提供し、キャリアガスの消費量を削減します。

両方の構成 (オプション 411 およびオプション 412) は、カラムを交換し、キャピラリーフローリストリクタを追加または削除することで入れ替えることができます。各アナライザのクイックスタートガイドでは、リテンションタイムロッキング、特定のシステムのチェックアウトメソッドの結果とレポート、消耗品のリスト、いくつかのトラブルシューティングのヒントを説明しています。

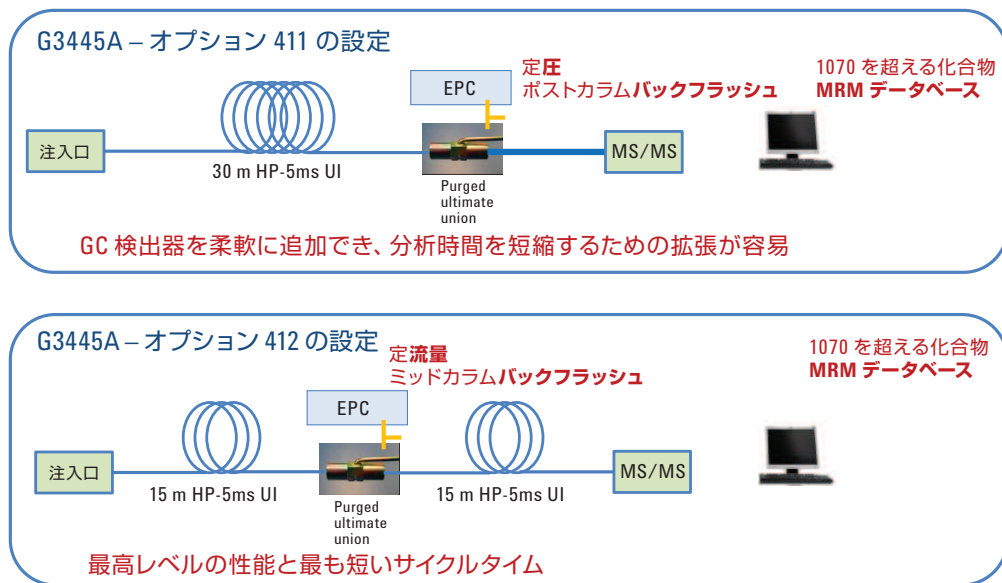


図 1. Agilent GC/MS/MS 多成分残留物アナライザのシステム構成

メソッド

データベースには 3 つのメソッドパラメータセットが含まれます。このメソッドの主な特長の一部を表 1 に示します。

表 1. データベースに含まれるメソッドパラメータ

	メソッド 1	メソッド 2	メソッド 3
分析時間	40.5 分間	41.867 分間	19.75 分間
カラム流量	定流量モード	定圧モード	定流量モード
特長	メソッド 3 よりも多くのトランジションを分析に使用可能	MS/MS アナライザ G3445A オプション # 411	MS/MS アナライザ G3445A オプション # 412
カラム	Agilent J&W HP-5ms UI 0.25 mm x 15 m, 0.25 μm (各 2)	Agilent J&W HP-5ms UI 0.25 mm x 30 m, 0.25 μm (各 1)	Agilent J&W HP-5ms UI 0.25 mm x 15 m, 0.25 μm (各 2)
オープンプログラム	60 °C で開始、1 分間保持 40 °C/min で 60 °C~120 °C、 0 分間保持 5 °C/min で 120 °C~310 °C、 0 分間保持	70 °C で開始、2 分間保持 25 °C/min で 70 °C~150 °C、 0 分間保持 3 °C/min で 150 °C~200 °C、 0 分間保持 8 °C/min で 200 °C~280 °C、 10 分間保持	60 °C で開始、1 分間保持 40 °C/min で 60 °C~170 °C、 0 分間保持 10 °C/min で 170 °C~310 °C、 2 分間保持
ロッキング化合物および RT	クロルピリホスメチルを 18.111 分にロック	クロルピリホスメチルを 16.593 分にロック	クロルピリホスメチルを 9.143 分にロック
MS イオン源温度	300 °C	300 °C	300 °C
四重極温度	Q1 = Q2 = 180 °C	Q1 = Q2 = 180 °C	Q1 = Q2 = 180 °C
バックフラッシュ	ミッドカラム、ポストラン	ポストカラム、ポストラン	ミッドカラム、ポストラン

各メソッドの詳細は、データベースの個々のページ (タブ) に記載されています。

データベース内のすべての化合物について、これらの3つのメソッドセットに対応するリテンションタイム (RT) と保持指標 (RI) が含まれています。したがって、前述のいずれかのメソッド (データベースの RT を使用) または既存のラボメソッド (データベースの RI をメソッドで予想される RT に変換) を使用することができます。データベースの RI は、C-8~C-35 の直鎖炭化水素のリテンションタイムを使用して計算したものです。データベースには RI_to_RT 変換ツールが含まれるため、データベースの RI と既存 GC メソッドの炭化水素マーカ (C-8~C-35) の RT に基づいて、対象化合物の予想されるリテンションタイムを計算することができます。既存のメソッドで 0.25 mm、0.25 μm カラムと同じ相比の HP-5ms UI カラムを使用している場合は、対象化合物について予想されるリテンションタイムと実際のリテンションタイムの違いは最小になります。

バックフラッシュ

クリーンアップ後の食品または環境抽出物は、通常は非常に複雑で、高沸点の化合物など、さまざまなマトリックス残留物が含まれます。GC/MS 分析で使用される抽出物により分析カラムと MS イオン源が汚染され、劣化して、その結果、不十分なピーク形状によるデータ品質の低下と、活性対象化合物の応答の損失が生じることがあります。また、分析カラムの寿命が短くなり、MS メンテナンスの頻度が上がることもあります。したがって、信頼性の高い結果を達成し、分析カラムと MS イオン源を保護するために、最高の技術と消耗品を使用する必要があります。

カラムのバックフラッシュを行うことで、分析時間が大幅に短縮され、カラムヘッドのトリミングや MSD イオン源のクリーニングの頻度が下がるため、これは複雑な抽出物の分析に有効です [5]。Agilent CFT を使用すると、カラムのバックフラッシュが日常的なものになります [6、7]。

データベースの概要

G9250AA MRM データベースは、検索やフィルタが容易にできるように Microsoft Excel の形式で表示されます。化合物は、見やすいように色分けされています。化合物ごとに次の基本的な化合物情報が含まれます。

- 一般名
- 分子式
- 分子量 (平均)
- 分子量 (モノアイソトピック)
- CAS 番号、ソートしやすいようにダッシュを削除
- 分類 1 (付録 A を参照)
- 分類 2 (付録 A を参照)
- 定流量および定圧メソッド (合計で3つのメソッド) のリテンションタイム (RT) と保持指標 (RI)
- 化合物内部の各トランジションの相対強度
- 中国語名および日本語名 (存在する場合)

さらに、MassHunter MRM 取り込みメソッドを構築するための次の情報も含まれます。

- CAS 番号、ダッシュ付きの標準形式
- メソッド RT
- 一般名
- ISTD (真または偽)
- プリカーサイオン
- MS1 の分離能
- プロダクトイオン
- MS2 の分離能
- デュエルタイム
- コリジョンエネルギー (V)
- リテンションタイムウィンドウ (MassHunter 化合物リストアシスタントツールで使用)

図 2 および 3 にデータベースのレイアウトの概要を示します。Excel フィルタツールを使用すると、いずれかのカラムで選択した基準に従って表の配列を容易に表示することができます。図 4 に、カラム AE で Excel のフィルタツールを使用し、先頭の 2 つ (Q0 および Q1) を除くすべてのトランジションを非表示にした後のデータベースを示します。この柔軟性により、化合物の種類 (PAH、フタル酸塩、PCB など) や規制方式などに従ってメソッドを構築することができます。このデータベースで使用している化合物の分類の 2 つのグループを、参照用に付録 A に示します。

データベースには、3つのGCメソッド (CF-40 min、CP-40 min、CF-20 min) で使用するRT (およびRI) が含まれる

平均分子量と厳密な分子量

各化合物は2つの方法で分類される

Common Name	Molecular Formula	Molecular Weight (average)	Molecular Weight (monoisotopic)	CAS # (format 2, for sort)	Classification (1)	Classification (2)	RT - CF (min)	RI - CF (min)	RT - opt 411 (min)	RI - opt 411 (min)	RT - opt 412 (min)	RI - opt 412 (min)	User Field (Method Name)	CAS # (format 1)
563 Captan	C9H8Cl3NO2S	300.6	298.9341323	133062	fungicide	Thiophthalimide	21.43	2077	21.23	2064	10.73	2105		133-06-2 Captan
564 Fluoranthene	C16H10	202.3	202.0782503	206440	pollutant	PAH	21.23	2066	20.85	2050	10.73	2106		206-44-0 Fluoranthene
565 Triadimenol	C14H18ClNO2	320.4	320.0305869	2597037	de. breakdown	Triadimefon	21.66	2089	21.74	2082	10.73	2106		55219-65-3 Triadimenol

図 2. データベース 1 のレイアウト: 分子量、分類、3つのRT および RI

取り込みメソッドを構築するための MassHunter フォーマット

トランジションの大きさとして相対強度

(カースケール): オレンジ色は、すべてのトランジションの中での強い強度を、青色は弱い強度を示す

各化合物の1つの定量 (Q0) イオンと複数のクオリファイアイオン

CAS # (format 1)	Common Name	Method	RT	Dwell Time (ms)	CE (V)	Window	Response Scaled within the Database	Relative Intensity of Transition	Quant (Q0) and USER FILE	China GB Method	Chinese Name	Japanese Name				
4447	133-06-2 Captan	10.73	false	155.0	LowRes	80.0	LowRes	10	5	0.0	470	100%	Q0	3 克菌丹	E	キャプタン
4448	133-06-2 Captan	10.73	false	149.0	LowRes	79.1	LowRes	10	10	0.0	326	68%	Q1	3 克菌丹	E	キャプタン
4449	133-06-2 Captan	10.73	false	151.0	LowRes	79.0	LowRes	10	15	0.0	300	64%	Q2	3 克菌丹	E	キャプタン

図 3. データベース 2 のレイアウト: 取り込みメソッド、複数のトランジション、および相対強度を構築するための MassHunter フォーマット

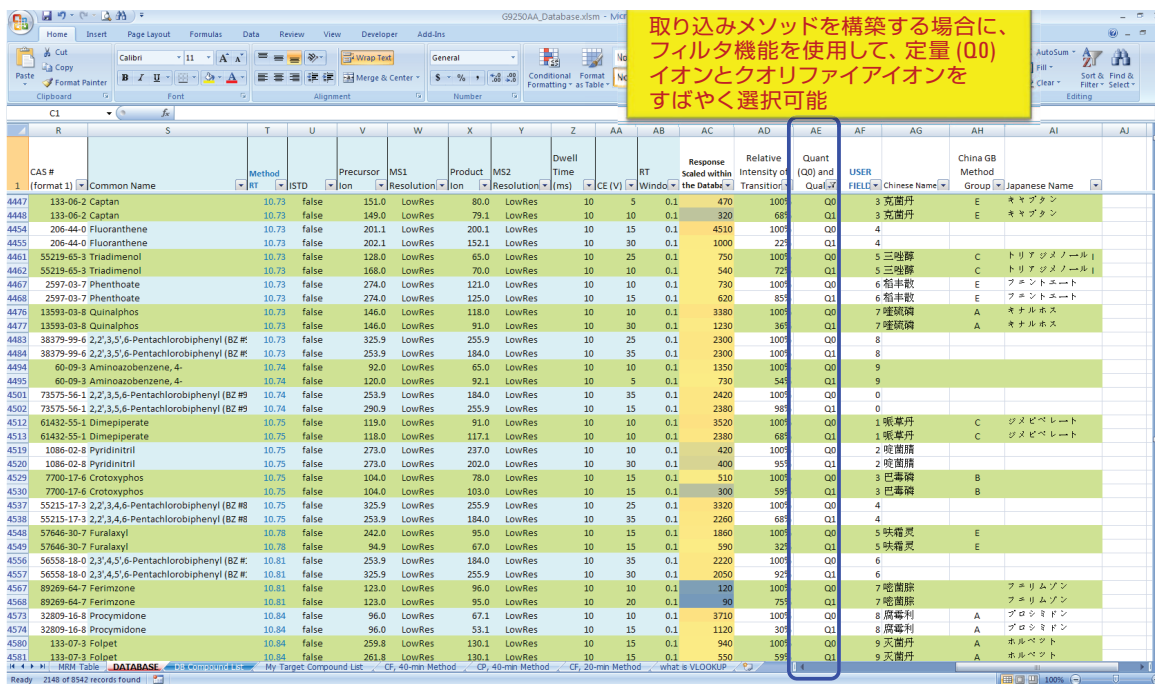


図 4. Excel フィルタを使用して、各化合物の先頭の 2 つを除くすべてのトランジションを非表示にする

表 2 に、データベースに含まれる化合物の内訳を示します。

表 2. データベースに含まれる化合物

	総数
農薬 (防かび剤、除草剤、殺虫剤、殺鼠剤、その他)	675
分解生成物	42
重水素化合物	6
ポリ臭化ジフェニルエーテル (PBDE)	4
ポリ臭化ビフェニル (PBB)	1
ポリ塩化ビフェニル (PCB)	209
多環芳香族炭化水素 (PAH)	26
フタル酸エステル	17
その他の半揮発性汚染物質	94

すべての化合物のリストは、データベースの [DB Compound List] タブに含まれます。

データベースの学習に役立つように、データベースには次の 3 種類のビデオが含まれます。

- データベースの内容とレイアウトの概要
→ このビデオでは、各カラムとタブについて説明します。
- 化合物の CAS 番号のリストに基づいて MRM 取り込みメソッドを構築するためのチュートリアル
→ MRM 取り込みメソッドは、CAS 番号のリストに基づいて、データベースの MS/MS トランジションのサブセットから容易かつ迅速に作成できます。

データベースに化合物を追加する方法を示すチュートリアル
データベースの ReadMe ファイルは、データベースで使用できるいくつかの Excel のショートカットと、データベースのその他の使用方法をいくつか示します。たとえば、データベース内のすべての窒素含有化合物の検索方法、すべての PCB 同属体の選択方法、またはデータベース内の最も毒性が強い 14 個のコブラー PCB の選択方法などを示します。

結果と考察

マトリックスからの化学的バックグラウンド

図 5 に、3 ページで説明したメソッド 3 を使用して取り込んだコショウ、ホウレン草、オレンジ、および洋ナシ抽出物の MRM 全イオンクロマトグラム (TIC) を示します。35 種類の対象化合物をそれぞれ 10 ppb の濃度で各マトリックスにスパイクしました。この取り込みメソッドでは、各対象化合物の 7 つのトランジションを使用しました。TIC により、4 つのマトリックスの化学的バックグラウンドがかなり異なり、大きいことがわかりました。この実験では、洋ナシ抽出物が、ピーク数と強度の点で最大のバックグラウンド応答を示しました。オレンジ抽出物の TIC は、4 つのクロマトグラムの中で最もクリーンでした。このように異なる高いバックグラウンド応答は、すべてマトリックスに起因するものでした。マトリックス効果を理解するには、個々のトランジションの化学的バックグラウンドを評価する必要があります。

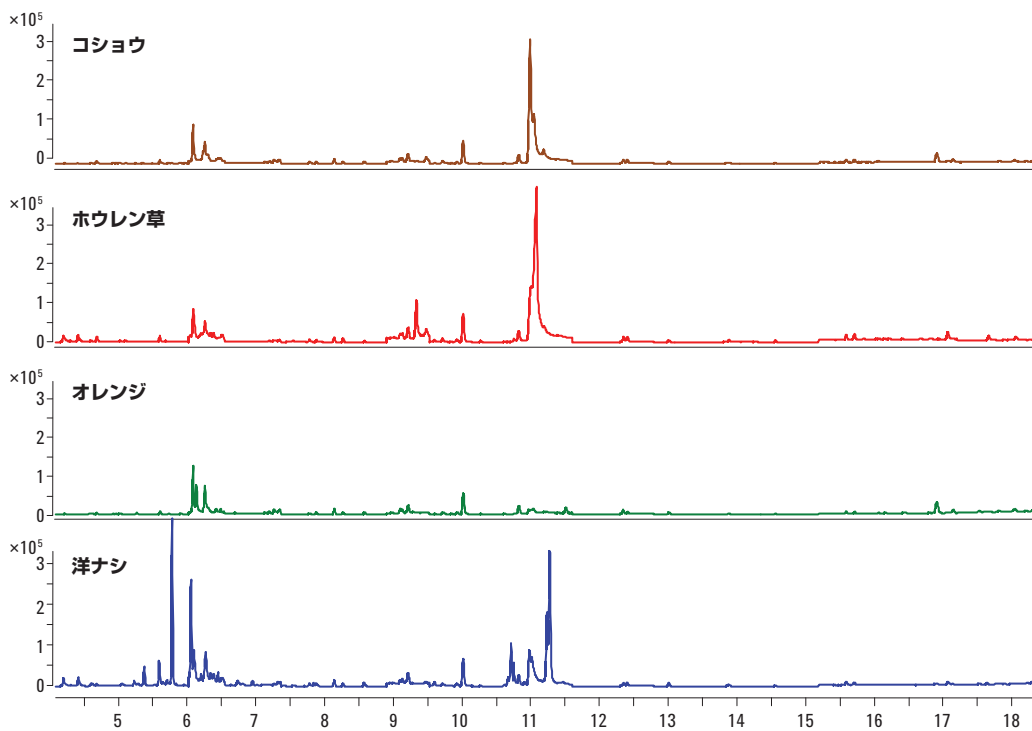


図 5. それぞれ 10 ppb の濃度でスパイクした 35 種類の対象化合物を含むコショウ、ホウレン草、オレンジ、洋ナシ抽出物の全イオンクロマトグラム (TIC)

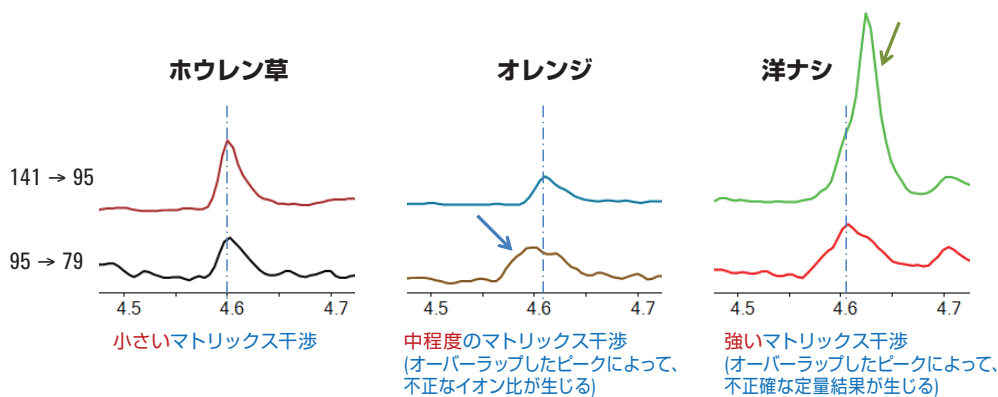


図 6. 3つのマトリックスにおけるメタミドホス (10 pg) の先頭から2つのトランジション

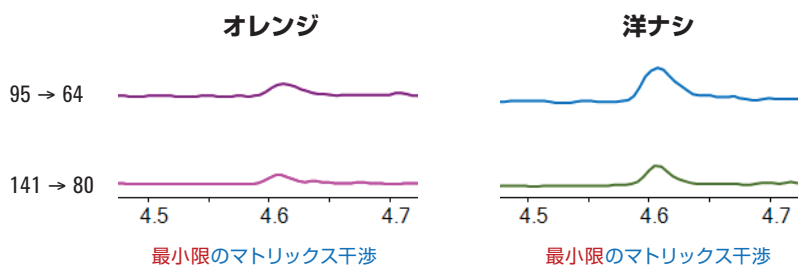


図 7. 最小限のマトリックス干渉を持つ、メタミドホスの2つの代替トランジション

代表的な MRM データベースまたは取り込みメソッドには、対象化合物ごとに2つの MRM トランジションがあります。図 6 に、3つのマトリックスにおけるメタミドホス (10 pg) の先頭から2つのトランジションの抽出イオンクロマトグラム (EIC) を示します。メタミドホスのリテンションタイムは約 4.6 分です。トランジションは応答の降順で並べられ、大きいものが先頭になります。図 6 に、中程度の、または強いマトリックス干渉が原因で不正な定量結果が得られるという明らかな問題を示します。オレンジマトリックスでは、青色の矢印で示す第2のトランジションのオーバーラップしたピークが、積分の結果とクオリファイアイオンの比に影響を与えました。洋ナシマトリックスでは、緑色の矢印で示す最初のトランジションのオーバーラップしたピーク (通常は定量に使用) によって、高く、不正な定量結果が生じました。

利用できる MRM トランジションが対象化合物1つについて2つだけの場合は、図 6 に見られるマトリックス効果を回避することは困難です。G9250AA データベースには、化合物ごとに平均で8つのトランジションが含まれます。この結果、マトリックス干渉がピークの形状や積分結果に影響を与える場合は、代わりとなるトランジションを容易に選択することができます。

図 7 に、データベースに含まれるメタミドホスの2つの代替トランジションの EIC を示します。いずれのトランジションも、オレンジおよび洋ナシマトリックスで最小限のマトリックス干渉を示しました。実際に、これらの2つのトランジションの EIC は、4つのすべてのマトリックスで最小限のマトリックス干渉を示しました。これらの2つのトランジションは最大の応答は示しませんが、汎用またはスクリーニング MRM メソッドには適しています。特定のマトリックスでの最も適切なトランジションを選択する前に、異なるマトリックスにおける対象化合物の複数のトランジションの化学的バックグラウンドを評価することを常にお勧めします。

ホウレン草とオレンジの MRM トランジションの S/N 比の比較

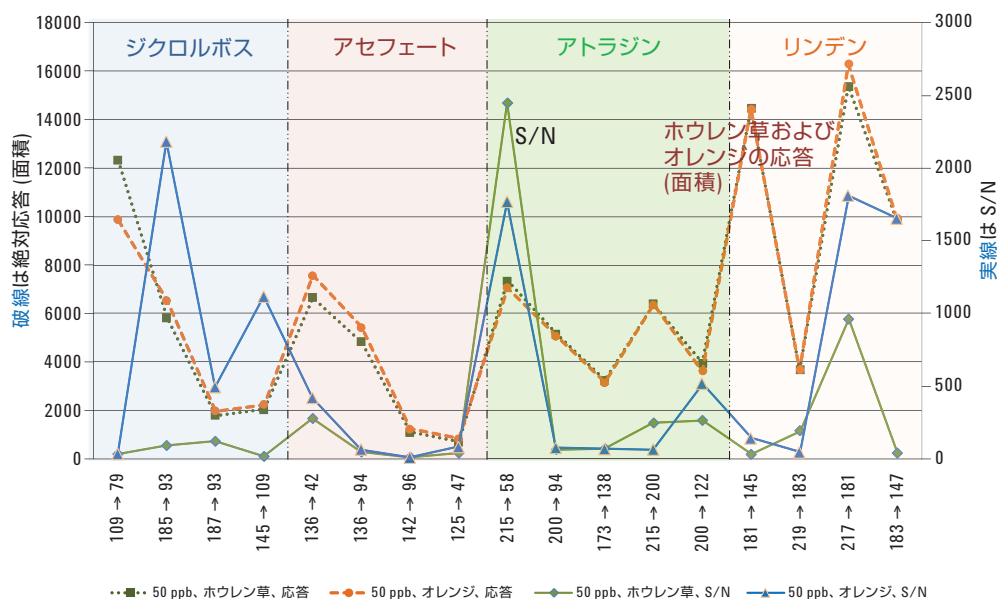


図 8. ホウレン草およびオレンジマトリックスにおける対象化合物の 4 つの MRM トランジションの面積カウントと S/N 比の比較

S/N 比

MRM トランジションの S/N 比の評価は、マトリックス効果を特定するためのもう 1 つの方法です。一部の農薬は異なるマトリックスで一貫した MRM 応答を示しましたが、多くの農薬は、マトリックス効果の増大または抑制により、異なるマトリックスで MRM 応答が異なりました。

図 8 に、ホウレン草およびオレンジマトリックスに含まれる 4 つの対象化合物の複数の MRM トランジションの応答、面積カウント、および S/N を示します。オレンジの破線と深緑色の点線は、これらの 2 つのマトリックスに含まれる各対象化合物の 4 つまたは 5 つの MRM トランジションの面積カウントを表します。実線の青色と緑色の線は、これらの 2 つのマトリックスの同じ MRM トランジションの S/N を表します。破線と点線は面積カウントを示していますが、密に重なり合っています。ただし、実線の S/N は、各対象化合物内の一部のトランジションについては大きく異なります。アトラジンを例として使用すると、トランジション 215 → 58 の面積カウントは、両方のマトリックスでほぼ同じ (約 7,000) ですが、ホウレン草でのこのトランジションの S/N は、オレンジマトリックスの S/N よりも約 40 % 高くなりました。これに対して、オレンジマトリッ

クスのトランジション 200 → 122 では、オレンジマトリックスとホウレン草マトリックスの両方の面積カウントがほぼ同じ (約 4,000) であったにもかかわらず、オレンジマトリックスの S/N はホウレン草の約 2 倍になりました。このマトリックス効果はアトラジンに固有のものではありませんでした。ジクロロボスとリンデンの一部の MRM トランジションの S/N の差は、両方のマトリックスで面積カウントが同等であるにもかかわらず、これより大きいものでした。ここでも、各対象化合物で使用できる MRM トランジションの数が 2 つまたは 3 つに制限されているならば、分析するマトリックスに最適な MRM トランジションの選択は困難になります。

G9250AA データベースに含まれる複数のトランジションにより、正確な確認と定量の結果を得るために複数の選択性の高いトランジションから選択することができます。この実験は、最適で信頼性の高い定量の結果を得るために、マトリックスに応じて MRM トランジションを選択する必要があることを示しました。正確な定量の結果を得るには、マトリックスに適合したキャリアレーションと低いバックグラウンドトランジションを使用することが重要です。

結論

Agilent 7890A GC および Agilent 7000 シリーズトリプル四重極 GC/MS を基盤にしたこの GC/MS/MS 多成分残留物アナライザは、ラボのスタートアッププロセスを簡略化するために開発されました。このアナライザには、1,070 を超える農薬および環境汚染物質の包括的で柔軟性の高い MRM データベースといった特色があります。また、ルーチン操作時にシステムの堅牢性を向上させる CFT バックフラッシュも含まれます。

マトリックスによって定量の干渉、低い応答、不十分なピーク形状が生じることがあります。マトリックス効果はマトリックスごとに異なります。したがって、正確で信頼性の高い定量の結果を得るには、特定のマトリックスについて最も選択性が高いトランジションを選択し、マトリックスに適合した検量線を使用することが重要です。G9250AA MRM データベースには、平均で 8 つの MRM トランジションと各化合物の相対強度が含まれ、マトリックス干渉を最小限に抑えるための代替的な測定手段を提供します。使いやすいツールに加え、チュートリアルビデオもデータベースに含まれているため、化合物の CAS 番号のリストに基づいて MRM 取り込みメソッドを 5 分未満で作成することができます。

参考文献

1. M. Anastassiades and S.J. Lehotay, "Fast and Easy Multiresidue Method Employment Acetonitrile Extraction/Partitioning and 'Dispersive Solid-Phase Extraction' for the Determination of Pesticide Residues in Produce", J. AOAC Int., 2003, 86, 412- 431.
2. L. Zhao, D. Schultz, and J. Stevens, 「Agilent サンプリーク QuEChERS AOAC キットを使用した GC/MS によるリンゴ中の残留農薬分析」、アジレント資料番号 5990-4068JAJP.
3. L. Zhao and J. Stevens, 「Agilent サンプリーク QuEChERS AOAC キットを使用した GC/MS によるホウレン草中の残留農薬分析」、アジレント資料番号 5990-4305JAJP.
4. L. Zhao and C.-K. Meng, 「農園作物に含まれる微量レベルの農薬の GC/MS/MS を使用した定量および繰り返し精度の分析」、アジレント資料番号 5990-9317JAJP.
5. M.J. Szelewski and B. Quimby, 「高マトリックス試料の残留農薬を高速分析するための新しいツール」、アジレント資料番号 5989-1716JAJP.
6. CK. 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」、アジレント資料番号 5989-6018JAJP.
7. P.L. Wylie and CK. Meng, 「Agilent トリプル四重極 GC/MS による農薬 175 種の微量分析メソッド」、アジレント資料番号 5990-3578JAJP.

詳細情報

アジレントの製品とサービスの詳細については、アジレントの Web サイト (www.agilent.com/chem/jp) をご覧ください。

付録 A

データベースに含まれる化合物の第1の分類リスト

殺藻剤	除草剤解毒剤	殺虫剤、植物成長調整剤
鳥忌避剤	除草剤、殺藻剤	殺菌剤
分解物	除草剤、殺菌剤	殺菌剤、防かび剤
落葉剤、植物成長調整剤	除草剤、植物成長調整剤	殺貝剤
重水素化合物	昆虫誘引剤	殺線虫剤
芳香剤	昆虫成長調整剤	植物成長調整剤
燻蒸剤	防虫剤、相乗剤	植物成長調整剤、除草剤
防かび剤	殺虫剤	汚染物質
防かび剤、殺虫剤	殺虫剤、防かび剤	殺鼠剤
防かび剤、殺菌剤	殺虫剤、防虫剤	相乗剤
防かび剤、植物成長調整剤	殺虫剤、殺貝剤	木材防腐剤、殺菌剤
除草剤	殺虫剤、殺線虫剤	

データベースに含まれる化合物の第2の分類リスト

1,3-インダンジオン	ジニトロフェノール派生体	フタル酸塩
2,6-ジニトロアニリン	ジフェニルエーテル	フタル酸
アミド	ジチオカルバミン酸塩	ピコリン酸
アニリド	ホルペト	ピラゾール
アニリノピリミジン	ホルムアミジン	ピレスロイド
芳香族	ホルムアミジン	ピレスロイドエステル
アリルフェニルケトン	燻蒸剤	ピリダジン
アシルアラニン	ハロゲン化有機物	ピリダジノン
アシルオキシフェノキシプロピオン酸	ヒドロベンズニトリル	ピリジン
オーキシシ	ヒドロキシベンズニトリル	ピリジンカルボン酸
ベンズアミド	イミダゾリノン	ピリミジンアミン
ベンズイミダゾール	幼若ホルモン類似体	ピリミジン
ベンゾフラニルアルキルスルホン酸塩	ケト・エノール	ピリミジン有機チオリン酸塩
安息香酸	メルカプトベンゾチアゾール	ピリミジニルオキシピリジン安息香酸
ベンゾチアゾール	モルファクチン	ピロール
植物由来物質	モルホリン	キノリン
架橋化ジフェニル	ナフタレン酢酸派生体	キノン
カルバミン酸塩	ネオニコチノイド	キノキサリン
カルバニル酸塩	ニトロフェニルエーテル	SemiVOC
カルボフラン	N-メチルカルバミン酸塩	ストロビン
カルボキサミド	有機塩素化合物	置換ベンゼン
キチン合成阻害剤	有機リン	亜硫酸エステル
塩化フェノール	オキサジアゾロン	チアジアゾール
クロロアセトアニリド	PAH	チオカルバミド酸塩

続く

データベースに含まれる化合物の第 2 の分類リスト

クロロフェノキシ酸またはエステル	PBB	チオフタルイミド
コナゾール	PBDE	トリアジメホン
クマリン	PCB	トリアジン
環状ジチオカルバミン酸塩	フェノール	トリアジノン
環状ジエン	フェノキシ酢酸	トリアゾール
サイトカイニン	フェノキシ酪酸	トリアゾロン
落葉剤	フェノキシプロピオン酸	ウラシル
重水素化 PAH	フェニルスルファミド	尿素
重水素化 SemiVOC	ホスホロアミド酸塩	キシリルアラニン
ジカルボキシイミド	ホスホロジアミド	

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

November 10, 2011

5990-9453JAJP



Agilent Technologies