

ポータブルラマン分光計を用いたコーヒー品質マーカーであるトリゴネリンの高速かつ選択的な検出

食品産業における品質管理は重要な課題です。迅速で効率的かつ選択的な方法を必要とします。例えば製品の識別、不正または偶発的な混入物の検出、特定の保存条件におけるいくつかのバイオマーカーの含有量を特定が挙げられます。これらに関して、金属ナノ構造の光学特性を組み合わせたラマン分光法は食品分析に応用できる強力な手法になります。

表面増強ラマン分光法 (SERS) とは貴金属ナノ構造 (例:金や銀のナノ粒子)の光学特性を利用してナノ粒子に吸着した分子のラマンシグナルを増強する技術です。金属構造の材質、形状、サイズの変化はこれらの特異的なナノアンテナの強化における調節を可能にします。この進歩は農業や産業のニーズに適応した食物代謝物のより低い検出限界を持った新しい選択的なセンサーの設計といった、たくさんの応用につながりました。加えてSERSは測定時間を最小化し、必要なサンプル量を減らすことができます。



はじめに

この点に関して、ここではポータブルラマン装置 Raman Plus 785 を改良された金ナノトライアングルと組み合わせることでトリゴネリン定量の代替法を開発しました。このアルカロイドは、コーヒーやキヌアなど、さまざまな食品に含まれるバイオマーカーです。そして潜在的な健康効果をもたらし、熱分解 (例:コーヒー生豆の焙煎過程) により様々なフレ

ーバーやアロマ化合物の生成が可能になります。例えば、コーヒーには約2.3 mmolのトリゴネリンが含まれていて、1グラムのコーヒー生豆には約30-65 μmol のトリゴネリンが含まれています。トリゴネリンは品質の指標となり、この技術を使って検査することができます。

SERSシグナルからトリゴネリン溶液の濃度を定量するため、メルカプトプロピオン酸で修飾された金ナノトライアングルがナノアンテナとして使用されています。ナノ構造は700-800 nm波長のシグナルを増強するように最適化されています。1034 cm⁻¹のピーク面積を用いて検量線を作成し、従来のラマン分光法と比較しました。結果は検出限界が低いこの技術の利点を示しており、食品中のトリゴネリンを定量する可能性を示しています。



詳しくは動画をご覧ください。

実験

装置:i-Raman Plusポータブル分光計 785nm励起レーザー

ラマンシフト範囲:150-2800 cm⁻¹

積分時間:50秒

積分回数:10回測定

サンプル:標準トリゴネリン水溶液(10.0 mMから0.5 mM)

メルカプトプロピオン酸で修飾し、脱イオン水に懸濁した金ナノトライアングル(AuNTs) 10mm光路長の液体キュベットホルダホルダー使用

結果と考察

トリゴネリンの250mM溶液を従来のラマン分光法で分析しました。

図1のスペクトルは、1034 cm⁻¹で強い信号を示しています。

これはピリジン環ブリージングモードに相当し、水中のこの化合物の濃度モニタリングに使用できます。

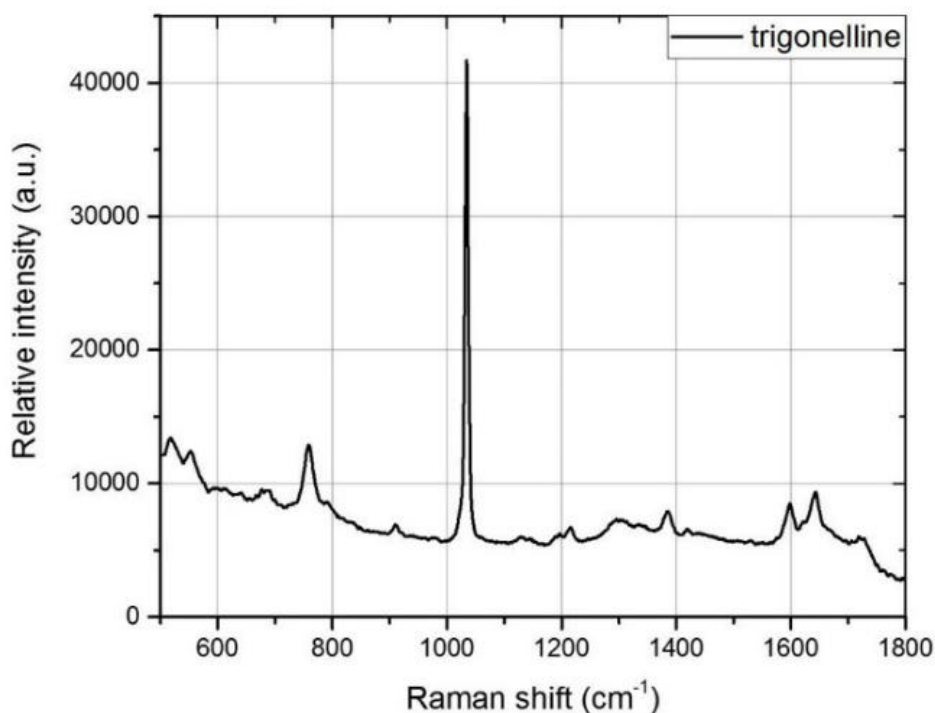


図1. 図1 250mMトリゴネリン溶液のラマンスペクトル

5つの異なる濃度の4つの独立したセット0.5~10 mMの範囲で従来型ラマン分光法とSERSにより分析しました。後者は金ナノトライアングルをトリゴネリン溶液(トリゴネリン:金ナノトライアングル=15:2)と混合する追加手順がサンプル測定前に必要です。すべての場合において、 1034 cm^{-1} で観測された強いシグナルはモニタリングされ、スペクトル

ウィンドウ中の $1010 \sim 1045\text{ cm}^{-1}$ 内のピーク面積を使用して、アルカロイドの濃度を決定しました。結果と検量線(図2)によると、同じ実験条件下ではSERSのS/N比が従来法よりも高い結果となりました。この結果は0.5 mMまではこの方法で濃度を検出可能であることを示しています。

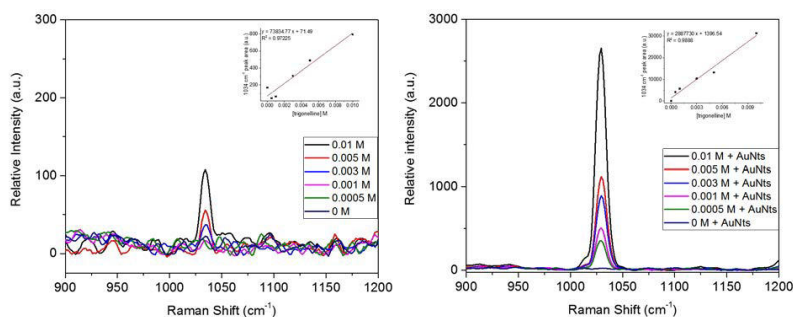


図2. 図2 金ナノトライアングルを含まないトリゴネリン溶液 (左) と金ナノトライアングルを含む溶液 (右) のラマンスペクトル ※各検量モデルはトリゴネリン溶液の $1010\text{--}1045\text{ cm}^{-1}$ スペクトルウィンドウ内の 1034 cm^{-1} ピーク面積により計算。

本アプリケーションノートではコーヒーやキヌアなどの食品の品質管理工程を向上させる方法として

SERSを利用した希釈トリゴネリンの簡単な定量法を述べました。

参考資料

関連アプリケーション

[Portable Raman instrumentation for SERS applications](#)

[Choosing the most suitable laser wavelength](#)

[Analysis of Edible Oils by a Portable Raman Spectrometer](#)

その他のドキュメント

[Raman vs SERS... What's the Difference?](#)

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Angeline Saldana Ramos, Yulán Hernandez, and Prof. Betty C. Galarreta of the Departamento de Ciencias –

Sección Química, Pontificia Universidad Católica del Perú for sharing their research results.

参考文献

1. Galarreta, B.C.; Hernandez, Y.; Saldana Ramos, A. "Síntesis y aplicación de nanotriángulos de oro en el desarrollo de un método de cuantificación de un potencial alcaloide terapéutico: la trigonelina" Dirección de Gestión de la Investigación (DGI-2016-352) PUCP.
2. Galarreta, B.C.; Maruenda, H. "Espectroscopia vibracional y de resonancia magnética nuclear en el control de calidad de café orgánico peruano y café instantáneo" Dirección de Gestión de la Investigación (DGI-2014-078) PUCP.
3. Aroca, R. "Surface-enhanced vibrational spectroscopy" John Wiley & Sons, 2016.
4. Jaworska, A.; Malek, K.; Marzec, K.M.; Baranska, M. "Nicotinamide and trigonelline studied with surface-enhanced FT-Raman spectroscopy" Vibrational Spectroscopy (2012) 63,469-476.

CONTACT

メトロームジャパン株式会社
143-0006 東京都大田区平
和島6-1-1
null 東京流通センター アネ
ックス9階

metrohm.jp@metrohm.jp

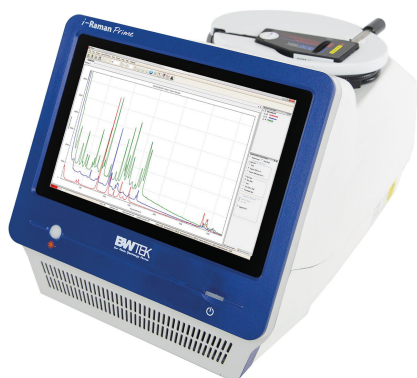
装置紹介



i-Raman Plus 785S

i-Raman® Plus 785S は、弊社の革新的かつインテリジェントなスペクトロメーターテクノロジーを備えた i-Raman ポータブル型ラマンスペクトロメーターの受賞歴のあるシリーズの構成要素です。このポータブル型ラマンスペクトロメーターは、高い量子効率、TE 冷却、ならびに高いダイナミックレンジを備えた CCD アレイ検出器を用い、積分時間でさえ最長30分、低ノイズの傑出した性能を提供します。こうして、弱いラマン信号も測定することができます。

i-Raman Plus 785S は、 65 cm^{-1} から 3350 cm^{-1} までの測定を可能にするコンフィグレーションを有する幅広いスペクトル範囲と高分解能のユニークな組み合わせを特徴としています。システムの小さな底面、軽量構造、そして低消費電力により、どこでもラマン分析を研究レベルで実施することができます。i-Raman Plus には、サンプル採取を簡単にする光ファイバースプロブが装備されており、キューベットホルダー、ビデオマイクロスコープ、スプロブホルダー付き XYZ スライドテーブル、ならびに弊社独自の多変量解析ソフトウェア BWIQ® および同定ソフトウェア BWID® と共に使用することができます。i-Raman Plus により、品質分析および定量分析のための高精度のラマンソリューションを常に使用することができます。



i-Raman Prime 785S

i-Raman® Prime 785S は、タブレット PC および光ファイバーサンプルプローブ内蔵の、低ノイズかつ高スループットの完全一体型のラマンシステムです。このポータブル型ラマンスペクトロメーターは、高い量子効率、TE 冷却 (-25°C)、ならびに高いダイナミックレンジを備えた CCD アレイ検出器を使用し、リアルタイムでの定量化と同定を含む研究レベルでのラマン分析を提供します。高スループットにより、傑出した信号対雑音比のラマンスペクトルを得ることができるので、速いプロセスの測定、および最も弱いラマン信号でさえもが可能となり、サンプルの微細な相違も検出できます。

i-Raman Prime 785S には、そのポータブル式の構造に加え、幅広いスペクトル領域と高い分解能というユニークな組み合わせが装備されているため、 150 cm^{-1} から 3350 cm^{-1} までの測定が可能です。i-Raman Prime はバッテリーでの稼働が可能なので、容易に持ち運びができます。そのため、場所を選ばず、高精度かつ質的、量的に価値の高いラマン分析を研究レベルで実施することができます。システムは、不透明なパッケージ越しの分析用の、弊社 STRaman® テクノロジーの使用向けに最適化されました。



(785 nm)

ラボおよび産業用の B&W Tek 社製 ラマンプローブを用いた使用のためのビデオマイクロスコープ付きサンプル採取システム。作動距離 16 mm で 20 倍拡大の対物レンズ付き。X、Y、および Z 軸方向の粗調整ならびに微調整、ターゲティング用同軸 LED 照明、サンプル観察のためのビデオカメラが使用可能であり、標準マイクロスコープ対物レンズと互換性があります。プローブは含まれておらず、個別にご購入いただけます。785 nm コンフィグレーション。
BAC151C-785