

レーザープラズマ分光法による生薬・粉体の迅速元素分析法の開発

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2010-11-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 香川, 喜一郎, 出口, 洋二 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/2761

レーザープラズマ分光法による生薬・粉体の迅速元素分析法の開発

研究代表者：香川 喜一郎（教育地域科学部、教授）

電話：0776-27-8684、メールアドレス：kagawa@f-edu.u-fukui.ac.jp

共同研究者：出口 洋二（医学部看護学科、教授）

概 要	生薬や食品分析のための新しいレーザー分析法を開発した。一般のレーザー分光分析には YAG レーザーが用いられているが、YAG レーザーは粉体試料の分析には適していないことを、プラズマ発生機構の物理的考察に基づき明らかにした。一方、雰囲気ガス 1 気圧のもとで、パルス CO ₂ レーザー (TEA CO ₂) を金属表面に集光すると強いガスプラズマが発生する。この高温・高熱容量・長持続時間のガスプラズマ中に微小粒径の粉体を適量送ることで、粉体試料の十分な原子化が進み、高感度分析ができることを実証した。粉体試料は小さい容器に入れ、細かい金属メッシュで蓋をしてガスプラズマと接触するように置く。前処理不要の本分析法は食品や医薬品の自動品質管理に利用できると考えられる。
関連キーワード	レーザープラズマ、TEA CO ₂ レーザー、生薬の元素分析、粉末食品の元素分析

研究の背景

レーザープラズマ分光分析法は前処理を必要としない迅速高感度元素分析法として、近年急速に普及している。この原理は、レーザーのパルスエネルギーを物質に与え高温のプラズマを作り、そのプラズマが発する原子のスペクトルを用いて元素分析を行うもので、Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS 法) と呼ばれている。レーザーには一般に YAG レーザーが使用されている。この分析法は金属、セラミックス等硬いバルクの固体材料に対する適用実績は多いものの、軟らかい有機体試料や、有機粉体試料、また土壌試料等に適用する際の条件や物理機構については、未解明な部分が多かった。我々の最近の研究により、

YAG レーザーの場合の問題点が明らかとなった。即ち、YAG レーザーの場合、有機粉体試料に圧力をかけペレット状にして（飛散を防ぐため）レーザー照射しても試料の大部分はクラスターとして噴出すること、また、レーザーのパルス幅が短い(5-10 ns)のために、発生するプラズマの寿命が短く、クラスターの熱解離が十分起こらない。また、試料が軟らかいため、試料表面で噴出粒子の反跳エネルギーが吸収され、十分強力な衝撃波が発生せず、プラズマ温度が低いことも良い分析ができない原因であることが分かった。パルス炭酸ガスレーザー (TEA CO₂ レーザー) を用いることにより、この問題点が克服される。

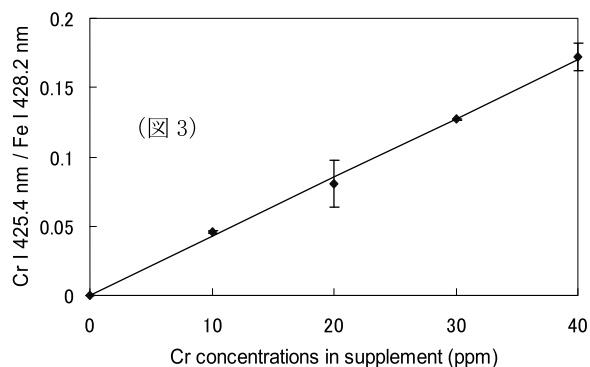
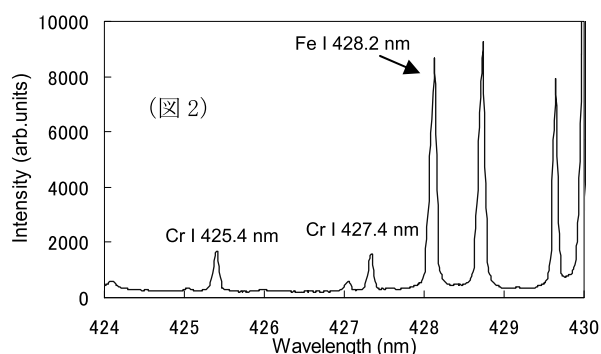
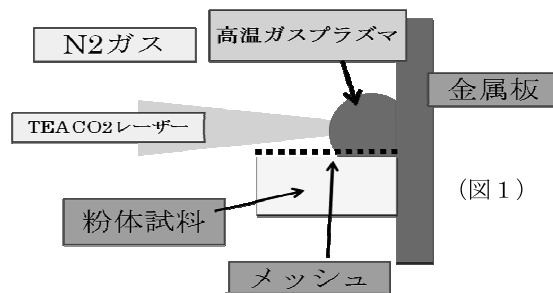
研究の目的

漢方エキス剤には短期間で薬効を示す薬理的成分のみならず多種類のミネラルが含まれており、これらが共同して患者の体質改善に寄与していると考えられているが、その複雑系ゆえに未だ十分な科学的検討がされていない。これらの研究を行うには、迅速・安価な元素分析が不可欠である。また、漢方エキス剤の原料である生薬の多くは輸入されており、現地の環境汚染による有害重金属の混入も懸念される。

常量元素や有害重金属元素をも同時に測定でき、環境負荷のかかる灰化処理が不要な迅速・安価な測定法の開発は医学研究のみならず、食品や医薬品の品質管理という産業面でも意義がある。本研究では、パルス炭酸ガスレーザーを用いた有機粉体試料の迅速・高感度分析法を開発することを目的としている。

研究の成果

TEA CO₂ レーザーの特徴として大気圧で金属表面に照射するとガスプラズマを発生する。しかし、YAG レーザーの場合と異なり、金属自体は損傷しない。YAG レーザーに比べて TEA CO₂ レーザーは、パルス幅が広く (200ns)、レーザーのエネルギーが大きい (~1J)。熱容量が大きく、高温で持続時間の長いガスプラズマを生成し、その中で粉体試料を十分原子化することがレーザーによる粉体分析のポイントである。本研究では、図 1 に示すような新しい方式で粉体の高感度分析を実現した。即ち、ガスプラズマ誘導のために置かれた垂直の金属板に対して、水平に小さい容器を置き、その中に粉体試料 (1-2g) を入れる。粉体試料の上は金属メッシュ (格子間隔 0.4mm, 太さ 0.1mm) で覆う。窒素ガス 1 気圧のもとで TEA CO₂ レーザー (1.5J, 10Hz) を金属板に集光し、高温ガスプラズマを生成する。レーザーの集光位置はメッシュから約 5mm 上方である。ガスプラズマ生成と同時に発生した爆風は、粉体試料を適量噴出させガスプラズマ中に運ぶ。この方式によれば、C-H クラスタによる発光スペクトルはごく弱く、試料の原子化が十分進んでいることが分かる。図 2 は Cr を 30ppm 含む市販のサプリメントを粉末状にした試料から得た Cr の発光スペクトルである。この方式での Cr の検出限界濃度は 0.5 ppm 程度と見積もられる。図 3 はサプリメント試料での Cr の検量線を示す。この結果より、濃度とスペクトル強度の間に良い直線関係が認められる。この方法で米粉や寒天粉、生薬などの分析を試み、これら試料中の重金属元素に関して、これまでにない良い分析結果を得た。また、ホウ素は軽元素であり、蛍光 X 線法では分析困難な元素であるが、本分析法によれば十分実用レベルの分析が可能であることも確認した。前処理が不要の本分析法は食品や医薬品の自動品質管理に十分利用できると思われる。



特記事項・発表論文など

「本年度、本研究に関わる発表論文」

1) 香川喜一郎, Ali Khumaeni: “減圧下レーザー誘起プラズマと大気圧下 TEA CO₂ レーザー誘起ガスプラズマを用いる分光分析” 分光研究 [総説], Vol. 58, No. 2, pp. 47-61 (2009).

2) A. Khumaeni, M. Ramli, N. Idris, Y. I. Lee, K. H. Kurniawan, Y. Deguchi, H. Niki and K. Kagawa: “Rapid Quantitative Analyses of Elements on Herb Medicine and Food Powder Using TEA CO₂ Laser-Induced Plasma”, American Institute of Physics, 978-0-7354-0640-7, pp. 155-160 (2009).

3) A. Khumaeni, H. Niki, K. H. Kurniawan, Y. I. Lee and K. Kagawa: “Analysis of Organic powder Samples by Using the Metal Assisted Subtarget Effect in a Transversely-Excited Atmospheric CO₂ Laser-Induced He Gas Plasma at 1 atm” Journal of the Korean Physical Society, Vol. 55, No. 6, pp. 2441-2446 (2009).