

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: 2009-04-28 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/10098/2000

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、理数教育講座、教授）

電話：0776-27-8684、メールアドレス：kagawa@edu00.f-edu.fukui-u.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（穀物、粉ミルク）の分析のための新しいレーザー分析法を開発した。一般に行われているレーザー分光分析にはYAGレーザーが用いられているが、その場合、試料は必ず硬いペレット状にしなければならない。パルスCO ₂ レーザー（TEA CO ₂ レーザー）は試料に対する吸収率が高く、粉末のままレーザー照射してもプラズマが発生する。また、TEA CO ₂ レーザーのエネルギーはYAGレーザーのそれより一桁以上高く、多量の試料を高温プラズマ化できる。本研究では、プラズマ発生機構の物理的考察に基づき、アブレーションした試料が十分熱解離し、原子化するための条件、またプラズマ発光の再現性が向上する条件を見出した。これによってこれまでにない、迅速・高感度分析を実現した。
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

最近、医療現場で、患者の自己負担軽減を図るため、後発医薬品への処方変更や患者のQOL改善のために医療用漢方エキス剤を併用した、西洋医学と漢方医学の「統合医療」が普及しつつある。医療保険が適用される漢方エキス剤は現在148種類あるが、患者の体質・病期・症状を総合的に診断した「証」と適応する製剤を処方するためには、医師の深い学識経験を必要とする。漢方エキス剤には短期間で薬効を示す薬理学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はいない。また、漢方エキス剤の原料である生薬の多くは中国から輸入されており、中国の環境汚染の進展は漢方エキス剤の質的変化

をもたらす危険性がある。実際、中国製の漢方薬は鉛やカドミウムなど有害重金属のレベルが国産品よりも高いことが報告されている。従って、漢方エキス剤に含まれるミネラル類の組成を簡便・安価に測定できれば、これまで不明であった、漢方エキス剤が適応となる患者の「証」との関係を検討することが可能となり、漢方処方に対する重要な科学的知見（EBM）が得られる。さらに、有害重金属の汚染状態をも同時にチェックすることができれば、医薬品の品質管理上も極めて有用な手段となる。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处理が不要な迅速・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。

研究の目的

レーザー誘起プラズマ分光分析法(Laser-Induced Plasma Spectroscopy;LIPS)は前処理なしに、レーザー照射という単一操作で試料の蒸発・原子化・励起が行えるという特徴がある。また、蛍光X線分析法等と比べて高感度であることから、最近多くの分野で利用されてきている。しかし、粉体試料はLIPSにとって難しい試料である。特に、有機物粉体試料に関して、十分な感度・精度で分析する方法はいまだ開発されていない。本研究はTEA

CO₂レーザーの特徴を生かして有機粉体試料に関する高感度・高精度分析法を開発し、生薬や食品分析へ応用することを目的としている。このような有機物試料の元素分析を行うには、試料が十分熱解離され、且つ原子励起されるために、高温プラズマをある程度長い時間持続させる必要がある。また、いかに試料を高温プラズマ領域に送り込むかが重要な課題であり、このための諸条件を決定することが本年度の主要な研究目標である。

研究の成果

粉体試料に直接 TEA CO₂ レーザーを照射してもある程度プラズマ発光は生じる。しかし、粉体試料では、アブレーション（噴出）に対する反作用が不十分であるので、十分な高温プラズマを発生させることはできない。これを解決するために、粉体試料を金属メッシュ（格子間隔 0.4mm, 太さ 0.1mm）で覆い、メッシュを通してレーザー照射した。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強い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。この方法で、メッシュを通過したレーザー光で蒸発された試料は、メッシュで誘導した高温プラズマ中に移動し、解離され、原子励起される。この方法で、粉ミルク中の Ca の定量分析を行った。その結果を図 1 に示す。濃度とスペクトル強度の間に良い直線性がある。乳幼児の成長とともにミルク中の Ca の濃度は調整する必要があるため、粉ミルク中の Ca の分析は重要である。通常の分析法では前処理がかかるが、本分析法は簡便・迅速であり、分析精度も高い。

しかし、この方法で得られる発光スペクトルを検討すると、C-H クラスタによる発光が相当強く、試料がまだ十分熱解離していないことがわかる。これを解決するために、図 2 に示すような特別な試料ホルダーを考案した。この場合、下側の Cu 板がサブターゲットとなり、衝撃波誘導の強い高温ガスプラズマを発生する。その衝撃波ガスプラズマが穴から噴出するとき穴の壁となる試料側面を削り試料を高温ガスプラズマ中に送り込む。これによって試料の熱解離が十分進み、元素の検出感度が格段に向上した。図 3 は生薬（ツムラ、カクコントウ）に Pb 100ppm を混入させた試料から得た発光スペクトルである。スペクトルのバックグラウンドが非常に低いのが特徴的である。この実験は雰囲気ガスに He を用い、1 気圧でレーザー照射を行った。雰囲気中に He を用いることで He 準安定状態が多量に生成され、それを介して原子は励起されていると解釈できる。信号とノイズの大きさから判断すると、現時点での Pb の検出感度は約 5ppm である。発光プラズマをスペクトル測定器に導く光学系を改良することで、今後、検出感度はさらに向上すると期待できる。

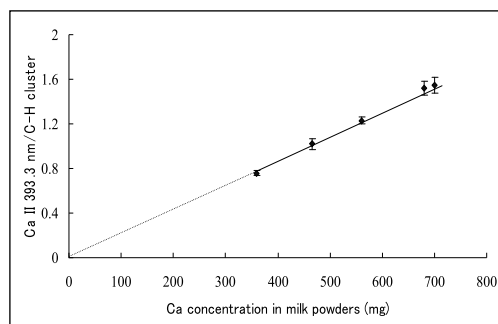


図 1

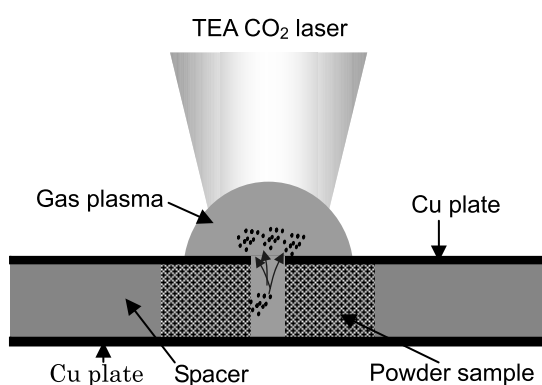


図 2

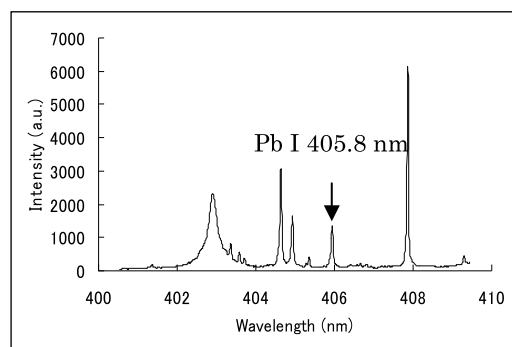


図 3

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) Z. S. Lie, K. H. Kurniawan, and K. Kagawa et al. "Spectrochemical Analysis of Powder Using 355 nm Nd-YAG laser-Induced Low-Pressure Plasma". Anal. Bioanal. Chem. 390 (2008) pp. 1781-1787.
- 2) A. Khumaeni, Y. Deguchi, and K. Kagawa. "New Technique for the Direct Analysis of Food Powders Confined in a Small Hole Using

Transversely Excited Atmospheric CO₂ Laser-Induced Gas Plasma". Appl. Spectros. 62 (2008) pp. 1344-1348

- 3) A. Khumaeni, Y. Deguchi, H. Niki, and K. Kagawa. "Rapid Quantitative Analysis of Elements on Herb Medicine and Food Powder Using TEA CO₂ Laser-Induced Plasma". Proceeding in American Institute of Physics (2009) in press.