

レーザー誘起ブレイクダウン分光法による 乳製品に含まれるミネラル成分の簡易分析

Simplified analysis of mineral elements in dairy products

by laser-induced breakdown spectroscopy

北大工¹, [○](M1)丸山 一沙¹, 佐々木 浩一¹

Hokkaido Univ.¹, [○]K. Maruyama¹, K. Sasaki¹

E-mail: kazusa@eis.hokudai.ac.jp

【はじめに】

牛乳に代表される乳製品に含まれるミネラル成分を簡便に分析し、生産管理に逐次フィードバックする方法が確立されれば有用と考えられる。プラズマを用いた代表的な方法としてICP-MSがあるが、生産現場に設置するには装置がやや大がかりであり高価である。本研究は、乳製品の簡便な分析法の確立を志向するもので、レーザー生成プラズマとグロー放電プラズマの利用を検討している。今回は、粉ミルクをサンプルとしたレーザー生成プラズマを生成し、その発光スペクトルを分光計測することで、レーザー誘起ブレイクダウン分光法がこの目的にどの程度適合するかを調べた。

【実験方法】

市販の粉ミルクを濃度2倍で調合し、ガラス板に4ml滴下させた後、インキュベーター内にて40°Cで乾燥させものをサンプルとした。サンプルを移動ステージに固定し、波長532nmのNd:YAGレーザーパルスフルエンス20J/cm²の条件で集光照射することによりプラズマを生成した。プラズマの発光をレンズを用いて光ファイバー上に結像させ、ツェルニーター分光器に伝送してスペクトルを測定した。スペクトルの記録にはICCDカメラを用い、レーザー照射後の遅れ時間に対するスペクトルの変化を調べた。分光光学系の絶対感度を値付けされたタングステンランプおよび重水素ランプを用いて校正し、発光線上準位の密度を絶対値として求めた。

【実験結果及び考察】

粉ミルクに含まれるCa, K, Mg, およびNaの線発光スペクトルが明瞭に観測された。発光強度はレーザー照射後の遅れ時間に対して一旦増加し、ピークを経た後に減少する様子が見られた。発光スペクトルの線幅はレーザー照射直後においてはシュタルク効果によって広がっており、時間の

経過とともに装置関数の線幅となった。レーザー照射後160-210 nsの時間帯における発光強度から発光線上準位(電子励起状態)の占有密度を求め、エネルギーの関数としてプロットした結果を図1に示す。図から、占有密度分布はボルツマン分布に従わず、プラズマは非平衡状態にあると考えられる。使用したサンプルの元素比は、製品の表示によればCa:K:Mg:Na=5.8:7.5:1.0:3.7であり、発光強度から求めた電子励起状態の密度比はサンプルの元素比をある程度反映している。しかし、求められた励起状態の占有密度は準位によるばらつきが大きく、現状では定量分析への適用は難しい。今後は、レーザー生成プラズマにおける電子励起状態の生成過程を検討し、分析に適した発光線を選定するとともに、グロー放電プラズマを用いた方法との比較を行う予定である。

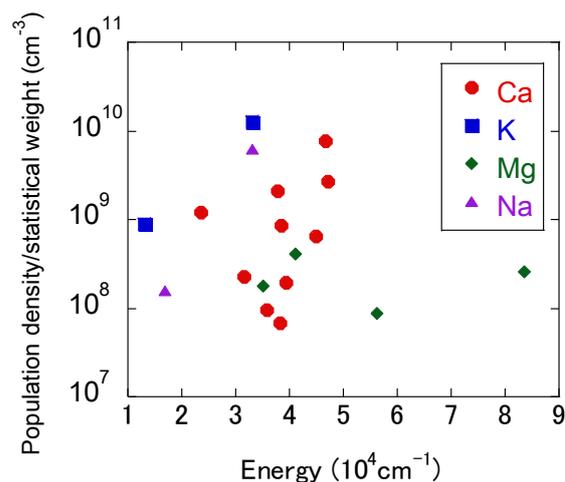


図1 粉ミルクをターゲットに用いたレーザー生成プラズマの発光スペクトルから求めたCa, K, Mg, およびNaの電子励起状態密度のエネルギーに対する依存性