

レーザー誘起蛍光法の VOC (揮発性有機物質) 測定への応用

1. はじめに

建材で用いられる防腐剤や接着剤、壁用の塗料から発生する揮発性有機化合物 (VOC: Volatile Organic Compounds) はシックハウス症候群の原因物質と考えられ、その低減技術の開発は安全で安心な住環境の維持という、われわれの身近な環境問題として極めて重要である。この VOC はホルムアルデヒド、トルエン、キシレンなどの化学物質であり、現在 VOC フリー塗料や VOC 発生量が少ない材料の開発が進められている。しかしながら、現段階ではすべての塗料や接着剤を VOC フリー化することは難しく、さらなる技術開発が望まれている。

現在、VOC の計測法としては、空気をサンプリングしてその濃度を測定することが行われているが、局所的な VOC 発生状況の可視化ができれば、低 VOC 材料の開発や、より詳細な環境評価技術への貢献ができるものと考えられる。そこで、本研究ではレーザー誘起蛍光 (LIF: Laser Induced Fluorescence) 法と呼ばれる方法を用いて、VOC の発生状況を可視化することを試みた。以下ではこれについて簡単に紹介する。

2. レーザ誘起蛍光法とは

レーザー誘起蛍光法は、これまでに主に化学分野や燃焼工学分野で用いられてきた。ある分子に、レーザー光のような強い光を照射すると、そこにある分子が励起され、蛍光を発生することがある。この励起が起るか起らないかは、分子の種類とレーザー光の波長によって異なる。そこで、観測したい分子が励起する波長を選んで照射すると、その分子だけが励起するので、その蛍光を検出すれば、その分子の有無を知ることができる。蛍光強度は分子の濃度に連関しているため、分子の濃

度分布が求められることになる。

このように波長を選択して燃焼場のさまざまな分子の濃度分布を個別に求めることができる。図1は著者らが行った拡散火炎内の OH や NO⁽¹⁾、多環芳香族炭化水素⁽²⁾(複数のベンゼン環で構成されているような炭化水素)の濃度分布測定例である。図中にはレーザー誘起赤熱発光 (LII: Laser Induced Incandescence) 法で求めたすすの分布も示してある。

今回測定の対象とする VOC にはさまざまな分子が含まれているが、多環芳香族炭化水素とよく似た分子が多い。したがって、このレーザー誘起蛍光法は、そのまま VOC の可視化計測に応用できると考えられる。

3. 計測装置および観察結果

図2は装置の概略である。レーザーとしては248nmの紫外光を発生できるKrFエキシマレーザーを使用した。実際に壁面に塗った塗料から発生するVOCにレーザー光を照射し、その蛍光を観察した結果を図3に示す。VOCが塗装面から発生して拡散してゆく様子がとらえられている。時間を追ってみてゆくと、徐々に蛍光が消えてゆく様子が観察できた。また、アクリル塗料やエナメル塗料によって蛍光強度や発生形態に差が見られることもわかった。さらに、水性塗料の場合には蛍光がほとんど発生しないことも確認できた。

このように、今回開発した方法により、VOCの発生状況を可視化できることが確認できた。現在、塗装面性状や周囲環境の条件によってVOCの発生状況がどのように変わるかを解析している。また、これに分光分析を組み合わせ、VOCの種類を同定することも試みている。

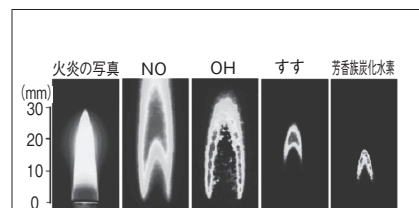


図1 拡散火炎内のNOやOHの分布

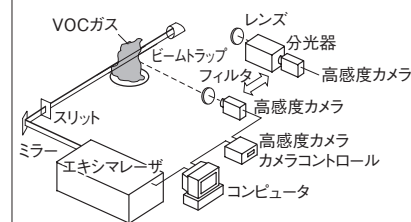


図2 レーザ誘起蛍光法によるVOCの可視化装置

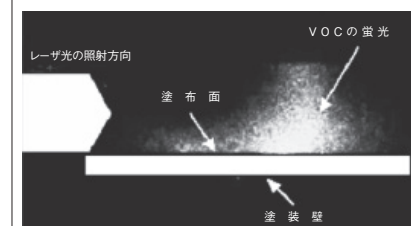


図3 塗装面から発生するVOCの様子

4. おわりに

今回用いたエキシマレーザーは比較的大型のレーザーであるが、ある程度の出力を持った小型のレーザーでもVOCの観察が可能であると考えられる。今後はこのような小型計測システムの開発を行ってゆきたいと考えている。このような計測技術を開発することで、環境技術の進展に少しでも貢献できれば幸いである。

(原稿受付 2008年1月21日)

[天谷賢児 群馬大学]

●文 献

- (1) Hayashida, K., Amagai, K. and Arai, M., LIF Thermometry in Sooty Flames Using NO D²Σ⁺+X²I (0, 1) and OH A²Σ⁺+X²I (3, 0) Bands, *Energy*, **30** (2005), 497-508.
- (2) 佐藤桂司・林田和宏・天谷賢児・新井雅隆, 火炎中に生成される多環芳香族炭化水素のレーザー計測 (第1報, 時間分解計測によるレーザー誘起蛍光と赤熱発光の分離), *日本機械学会論文集*, **70-692, B** (2004), 1051-1057.