

ホルムアルデヒド用生化学式ガスセンサ及び光触媒浄化能の評価応用

A formaldehyde optic-biosniffer for evaluation of photocatalytic purification behavior

医科歯科大, °森 英久, 山下 俊文, 叶 明, 宮島 久美子, 荒川 貴博, 三林 浩二

Tokyo Medical and Dental Univ., °Hidehisa Mori, Toshifumi Yamashita, Ye Ming,

Kumiko Miyajima, Takahiro Arakawa, Kohji Mitsubayashi

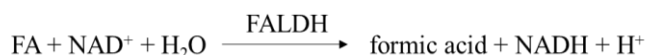
E-mail: m.bdi@tmd.ac.jp

【はじめに】

ホルムアルデヒド (FA) ガスはシックハウス症候群の原因物質であり、生体への影響が懸念されている。世界保健機構 (WHO) は FA ガスの室内濃度指針値を 80 ppb と定めている。他方、長期的な暴露ではそれ以下の濃度 (50 ppb) でも小児アレルギーのリスクが増加すると報告されており、安全性を確保には低い濃度領域 (20 ppb 以下) での FA ガスの管理が必要と考えられる。しかしながら既存のセンサ技術では、高感度に濃度変化をモニタリングすることは容易でない。本研究では、ホルムアルデヒドを特異的に触媒する酵素である formaldehyde dehydrogenase (FALDH) に着目し、FA ガスを高感度に蛍光検出する光ファイバ型ガスセンサを開発した。またセンサの特性を活かし、二酸化チタン (TiO₂) 光触媒の FA ガス浄化能の評価に適用した。

【実験方法】

本センサの構成及び評価実験系を図 1 に示す。本センサでは、下式の FALDH の触媒反応により生成される還元型 nicotinamide adenine dinucleotide (NADH) (励起波長: 340 nm、蛍光波長: 491 nm) を蛍光検出することで、FA ガスの濃度を定量することとした。



FA ガス用バイオセンサは、光ファイバプローブ先端に取り付けたフローセルに FALDH 固定化膜を取り付け、励起光源として UV-LED ($\lambda = 335 \text{ nm}$) を、また検出系として光電子倍增管 (PMT) をそれぞれ用いて構築し、酵素反応で生じる NADH を蛍光検出し、FA ガス濃度を計測することとした。実験では、反応生成物の除去や酵素活性を維持するためにフローセルにリン酸緩衝液を循環させ、各濃度の標準ホルムアルデヒドガスをセンサ感応部に負荷し、センサの特性を評価した。また本センサを、TiO₂ を塗布した光触媒ガラス (複数枚) を用いて作製した浄化セルに組み込み、FA ガス濃度の変化を測定し、光触媒の浄化能を調べた。

【結果及び考察】

作製した FALDH 固定化ガスセンサに各濃度の標準 FA ガスを負荷した結果、ガスの負荷に伴う蛍光出力の増加が観察され、濃度に応じた定常値が得られた。この結果をもとに定量性を調べたところ、WHO の指針値である 80 ppb を含む、2.5~15000 ppb の範囲で FA ガスの定量が可能で、ppb レベルの高感度な FA ガスの測定が可能であった。なお、他のガス種 (アセトアルデヒド、アセトン、ベンゼン等) に関するセンサ応答を調べたところ、出力は観察されず、酵素の基質特異性に基づく高い選択性が確認された。

また本センサを用いて、TiO₂ による FA ガスの光触媒浄化実験を行ったところ、光触媒ガラスの枚数に応じた FA ガス濃度の低下が観察された。今後、本センサを用いることで、光触媒などの浄化機器における FA 浄化性能を迅速かつ簡便に評価できるものと考えられる。

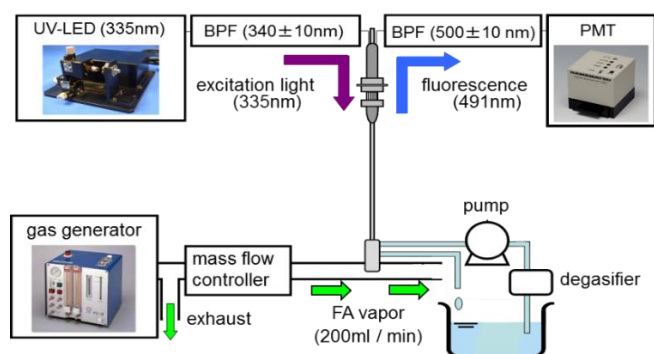


Fig. 1 Experimental setup for characterization of biochemical gas sensor with FALDH