

光触媒材料のアセトアルデヒド除去性能評価試験法

杉本賢一^{*1}、近藤英範^{*2}、野本健二^{*2}、幅 靖志^{*1}、山田圭二^{*1}、手嶋紀雄^{*2}、酒井忠雄^{*2}、
埜田博史^{*3}

Test Method for Performance of Photocatalytic Materials on Removal of Acetoaldehyde

Kenichi SUGIMOTO^{*1}, Hidenori KONDO^{*2}, Kenji NOMOTO^{*2}, Yasushi HABA^{*1}, Keiji YAMADA^{*1}, Norio TESHIMA^{*2}, Tadao SAKAI^{*2} and Hiroshi TAODA^{*3}

Industrial Technology Division, AITEC¹ Faculty of Engineering, Aichi Institute of Technology² Ecological Ceramics Group, Materials Research Institute for Sustainable Development, AIST³

現在、空気汚染物質の除去を対象とした光触媒材料の性能評価試験法の規格化が進められている。本研究では、光触媒材料のアセトアルデヒド除去性能評価において照射する紫外線放射照度及び試験用ガス中のアセトアルデヒド濃度を変化させて測定し、それらの与える影響について検討した。

1. はじめに

光触媒の空気浄化性能に関する評価法については窒素酸化物除去性能試験法がすでに JIS 規格 (JIS R 1701-1) として制定され、さらに、アセトアルデヒド (CH₃CHO) 及びトルエンについても同様の除去性能試験法が検討されている¹⁾。空気浄化を目的とした光触媒材料の使用法は、排ガス処理装置、空気清浄機などのフィルターとカーテン、壁紙などのインテリア、室内建材に大別される。前者は装置の一部として強制的に浄化対象の空気と接触させられ、また、相当量の紫外線が供給される構造のものである。一方、後者は室内に自然にある光を利用し、主に室内の対流により接触した汚染物質を除去しているものである。ここで、後者の使用方法においては、光触媒材料に与えられる紫外線強度は弱く、対象となる汚染物質の濃度は低いことが想定される。

本研究では、典型的な悪臭物質の一つであり、また、シックハウス症候群の原因化学物質と考えられている CH₃CHO に着目し、その除去性能試験の JIS 原案¹⁾の試験条件 (CH₃CHO 濃度約 5ppm、紫外線放射照度 10W/m²) から室内環境に比較的近い条件 (CH₃CHO 濃度約 0.2ppm、紫外線放射照度 1W/m²) まで試験条件を変化させて光触媒材料の除去性能を測定し、試験条件が試験結果に与える影響を検討した。

2. 実験方法

図 1 に試験装置の概略を示す。反応容器は JIS R 1701-1 に定められているものを用いた。試験用ガスは約

100ppm の CH₃CHO 標準ガスをボンベ入り空気 (総炭化水素 < 0.1ppm) で希釈して用いた。低濃度で試験を行う場合は、ガスバッグに 20ppm 程度の希釈ガスを調製し、これを試験時にボンベ入り空気希釈して目的の濃度とした。紫外線照射は紫外線蛍光ランプ (FL20S-BL-B) により行った。試験用ガスの温度及び湿度は混合

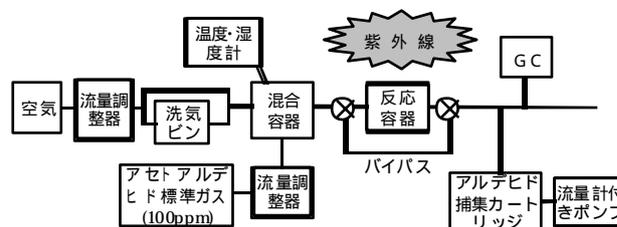


図 1 試験装置の概略

表 1 試験条件

項目	条件
試験用ガス流量	1.0L/min (乾きガス標準状態)
試験用ガス濃度	0.16 ~ 5.3ppm
試験温度	室温
試験用ガスの湿度	50 ± 5%
紫外線照射強度	10、1.0W/m ²
試料前処理	紫外線照射 (10W/m ² , 16h 以上)

器内で測定した。試験用ガス (入口) 及び反応容器通過後 (出口) の CH₃CHO 濃度はガスクロマトグラフ (GC) 又は、ジニトロフェニルヒドラジン誘導体化固相吸着 / 溶媒抽出 - HPLC 法 (DNPH-HPLC 法) で測定した。詳細な試験条件は表 1 のとおりとした。試験は、次のとおり行った。試験用ガスを流通し紫外線を照射した状態

*1 工業技術部 材料技術室 *2 愛知工業大学 工学部 *3 独立行政法人産業技術総合研究所 中部センター瀬戸サイト サステナブルマテリアル研究部門 環境セラミックス研究グループ

を 2h 継続し、その前後 30min は暗条件とした。試験結果は式 (1) により定義される除去率 (R) によって評価した。ここで、 $[A]_0$ は入口の CH_3CHO 濃度 (ppm) を、 $[A]$ は出口の CH_3CHO 濃度 (ppm) を表す。 $[A]_0$ は紫外線照射前後に入口濃度を測定し、その平均を、 $[A]$ は紫外線照射時のうち濃度が一定になった後の値の平均を用いた。

$$R = 100 \times ([A]_0 - [A]) / [A]_0 \quad \dots\dots (1)$$

光触媒試料は、室内用として開発されている壁紙材、カーテン用生地、及び光触媒材料の原料としてしばしば用いられる酸化チタン粉末 (P25) を用いた。試料の大きさは $50\text{mm} \times 100\text{mm}$ とした。表 2 に製法等を示す。

表 2 試験に用いた光触媒試料

試料名称	特徴、製法など
壁紙	日特印刷(株)製光触媒コート紙。特殊な方法により素材に光触媒をコートしたものの。
カーテン	ソト(株)製 CM-1。綿生地に光触媒コート液を含浸したものの。
P25	TiO_2 粉末 (日本アエロジル社製 P25) をエタノールに分散し、 $10\text{g}/\text{m}^2$ となるようガラス板に付着し、乾燥したものの。

3. 実験結果及び考察

試験結果の例を図 2 に示す。表 2 に示した各試料について、紫外線放射照度 $10\text{W}/\text{m}^2$ 、 $1.0\text{W}/\text{m}^2$ における除去率の試験用ガス濃度依存性を測定した。結果を表 3 及び図 3 に示す。カーテンの紫外線放射照度 $1\text{W}/\text{m}^2$ については、除去が確認されなかった。いずれの試料でも紫外線

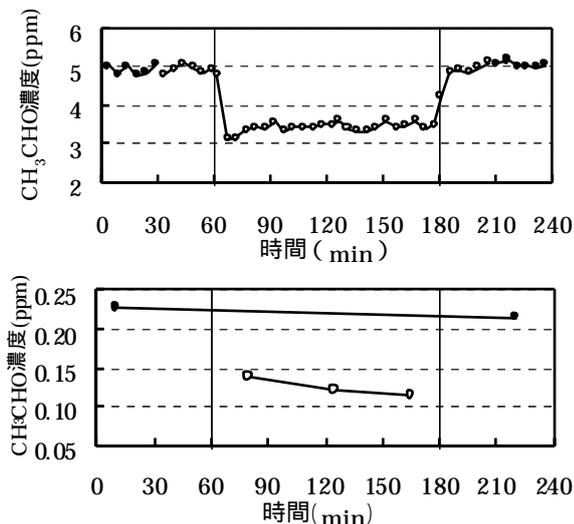


図 2 試験結果の例
試料：壁紙、紫外線放射照度： $10\text{W}/\text{m}^2$ 、 CH_3CHO 濃度測定はそれぞれ、上段が GC 法、下段が DNP-HPLC 法による。
図中の $[A]_0$ は入口濃度、 $[A]$ は出口濃度を表す。

放射照度が小さくなると光触媒の能力が十分に発揮できないために除去率が減少している。また、P25 の紫外線

放射照度 $10\text{W}/\text{m}^2$ での結果を除いては $[A]_0$ の増加にしたがい除去率が減少する傾向にあり、光触媒性能が高濃度の物質を分解するには不足していることがわかる。P25 の $10\text{W}/\text{m}^2$ の試験では $[A]_0$ を変化させても除去率が 70% 前後とほとんど変化していないので、この試料においては、光触媒性能に余裕がある、または、 CH_3CHO の分解が非常に速く、これ以外の反応過程 (拡散、吸着など) が律速となっている可能性がある。以上のように、試験条件の変化により除去率は変化するが、試料間の除去率の序列は変化しておらず、 5ppm 、 $10\text{W}/\text{m}^2$ の試験条件でも室内環境での使用時の性能の優劣を反映した結果が得られることがわかった。

表 3 試験用ガス濃度及び紫外線強度と除去率の関係

試料	紫外線放射照度 (W/m^2)	$[A]_0$ (ppm)	除去率 (%)
壁紙	1	0.23	9
		0.93	6
		5.3	5
	10	0.22	44
		1.0	49
		5.0	31
カーテン	10	0.21	35
		1.1	42
		5.3	24
P25	1	0.18	29
		0.9	15
		5.0	13
	10	0.16	67
		0.98	72
		4.9	72

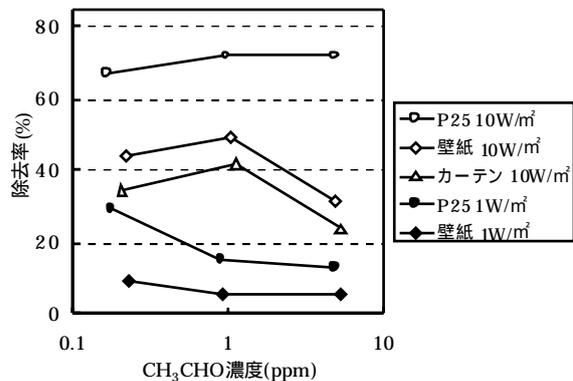


図 3 試験用ガス濃度及び紫外線強度と除去率の関係

4. 結び

流通式試験装置による CH_3CHO 除去性能評価においては、比較的高濃度の試験条件でも室内環境に近い条件における性能を反映した結果が得られることが分かった。

文献

- 1) (社)日本ファインセラミックス協会：光触媒試験方法の標準化 (2006)