

PM 低温燃焼触媒の開発

—自己クリーニング型パーティキュレーションフィルターの実現を目指して！—

生物応用化学科・中山 享

中国における一次エネルギー供給の70%以上が現在も石炭であり、その石炭を大量に消費する製鉄所や火力発電所が発生源であるPM2.5による環境汚染が、日本を含む近隣国まで巻き込んで大きな社会問題になっている。また、欧米では高エネルギー効率や二酸化炭素排出量抑制などのメリットを持つディーゼル車が主流であり、その排ガス中に含まれるディーゼル排気微粒子状物質(DPM)が人体への悪影響を及ぼすことや環境破壊を引き起こす原因として問題視されている。これまで、これらの環境問題解決のために、PM2.5やDPMをより低温にて分解除去できることが期待されるPM燃焼触媒の探索に取り組んで来た。当初は、Cu、Fe、Mn、希土類元素から構成される複合酸化物(Pr_2CuO_4 / PM 燃焼温度 465°C[1]、 $\text{La}_{0.9}\text{Ag}_{0.1}\text{FeO}_{2.9}$ / PM 燃焼温度 409°C[2]、 YMnO_3 / PM 燃焼温度 395°C[3])によるPM低温燃焼化を目指し、 YMnO_3 では400°C以下でのPM燃焼を実現できた。また、単独酸化物のPM燃焼特性についても調べ、特に安定な酸化物で1酸素原子当たりの標準生成エンタルピーが -131 kJ/mol と比較的大きな Tl_2O_3 に注目したところ、**図1**のように Tl_2O_3 粉末に5 wt% C (PMの主成分は炭素Cであり、実験ではカーボンブラックを用いた)を混合した試料の示差熱量計DSC測定結果から300°C付近で爆発的なC燃焼に伴う非常にシャープな発熱ピークが観測されることを報告した[4,5]。Cのみ燃焼時の発熱ピーク温度(660°C)より360°C低く、 Tl_2O_3 が非常に優れた低温C燃焼(酸化)能力を示すことがわかった。さらに、300°C以下の各温度にて等温の熱重量測定を行ったところ、230°C付近からC燃焼が始まることが観測された。そこで、**図2**のように Tl_2O_3 系の低温PM燃焼触媒をコーティングした多孔質アルミナセラミック上にCを堆積させた後、マントルヒータ中にセットし240°Cにて25 mL/minの空気を流しながら、C分解除去状況を毎日観察したところ、164時間で堆積させたCは完全に分解除去された。この結果より、開発した低温PM燃焼触媒をコーティングした多孔質セラミックスからなるフィルターを工場の煙路や車のマフラーに配置することで排ガス中のPM2.5やDPMを捕集し、排ガスの熱によって分解除去できる『自己クリーニング型パーティキュレーションフィルター』の実現が可能であると考えている。

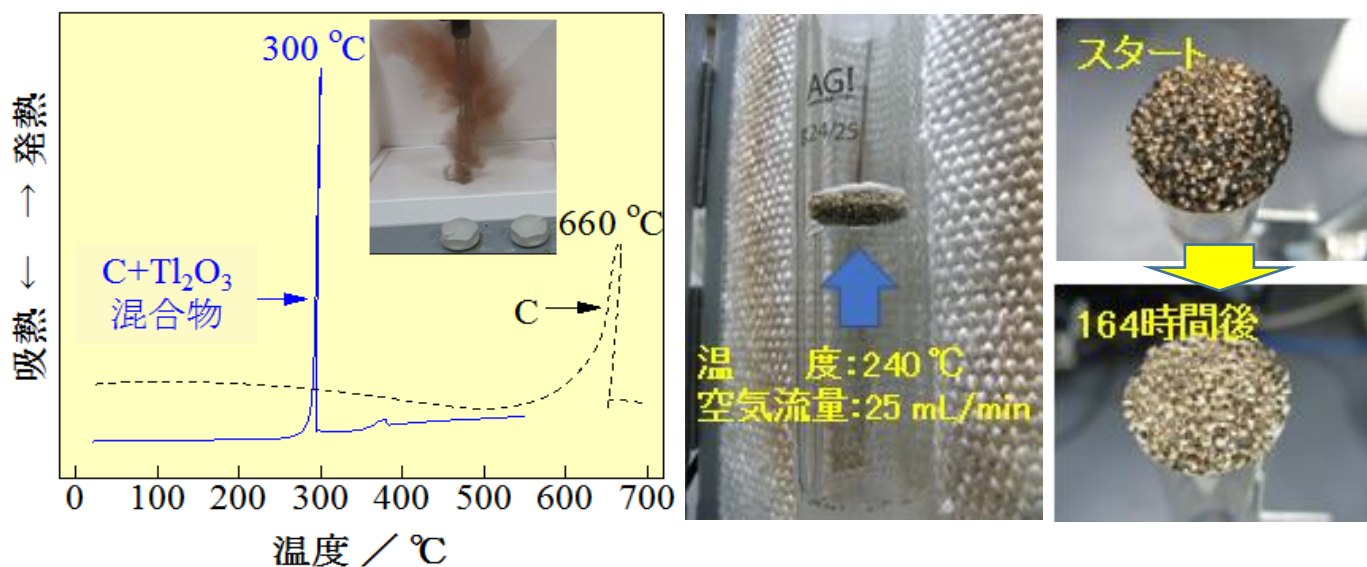


図1 5 wt% C + Tl_2O_3 混合物および C 単独の DSC 結果. 図2 多孔質セラミック上での C 燃焼結果.

[1] S. Nakayama et al., *Journal of the Ceramic Society of Japan*, **119**, 961-964 (2011).

[2] S. Nakayama et al., *Journal of the Ceramic Society of Japan*, **121**, 95-99 (2013).

[3] S. Nakayama et al., *Ceramics International*, **43**, 8538-8542 (2017).

[4] S. Nakayama, M. Sakamoto, *Thermochimica Acta*, **647**, 81-85 (2017).

[5] 特許第 5877491 号 (酸化触媒、平成 28 年 2 月 5 日登録)