

(光触媒を利用した環境浄化技術の開発)

5 光触媒による大気浄化技術に関する研究(第1報)

倉本恵治, 平田敏明, 今村邦彦, 斯波信雄

(Development of Technology to Exhaust Fumes Treatment)

Study of Treatment to Exhaust Fumes with Titanium Dioxide Photocatalyst (1st Report)

KURAMOTO Yoshiharu, HIRATA Toshiaki, IMAMURA Kunihiro and SHIBA Nobuo

It was investigated the methods to decompose polluting matter in exhaust fumes with TiO_2 photocatalyst. In this year, two type systems with TiO_2 photocatalyst were made as an experiment. One has many quartz glass bars spread TiO_2 photocatalyst. UV beams run through the glass bars, polluting matter doesn't influence the beams. Another has a few glass plates and 3-dimensional filter with TiO_2 , and the beams reflect efficiently on the glass plates.

As a result, the concentration of acetaldehyde was reduced to about half with the glass bars system. It was nearly same result with glass plates system.

Gas chromatography mass spectrum (GC-MS) analysis was utilized to researched the by-products such as the dimmer of dichloromethane, but it was not detected the dimmer and the oligomer.

キーワード：酸化チタン, 光触媒, 大気汚染物質

1 緒 言

近年, 産業の発展や生活水準の向上に伴い, 使用・放出される環境汚染物質はますます多様化し, さらに環境問題に対する関心は年々高まりつつある。金属製品製造業, クリーニング業などで溶剤や洗浄剤として使用されているトリクロロエチレンなどの揮発性有機塩素化合物, 食品業界などにおけるメチルメルカプタン等大気汚染物質は活性汚泥法で処理されている。活性汚泥法などではエアレーションを行うため, これらの有害物質が大気中に揮散するが, そのための十分な対策がとられていない。

ところで, 二酸化チタンは白色顔料として広く使用されており, 歯磨き粉や化粧品に使われているように安全無害で耐久性に優れている。その上, 光を照射することで触媒としての性能を有することから, 近年では二酸化チタンに関する研究は大きく分けて二つ, 光をエネルギー源とした他のエネルギーへの変換方法としての利用, および水中や大気中の有害物質の無害化方法としての利用の研究が行われている。

当所では平成12年度, オゾン, 光触媒, 生物活性炭吸着処理を併用した工場排水の処理, 2,4-ジクロロフ

エノール(以下2,4-dCP)の光触媒による反応メカニズムについて検討を行った。引き続き13年度には二酸化チタンを担持させたガラス成形体の形状開発と処理効果, さらにこのガラス成形体を応用した排水処理装置を試作し, その処理効果について検討した。本年度は, 平成13年度に開発した光触媒技術を応用して, 大気処理装置を試作し, 処理効果について検討したので, その結果を報告する。

2 実験方法

2.1 光触媒反応実験装置の概要

大気処理装置の性能を評価するため, 外気と遮断した空間を用意した。その構成を図1に示す。密閉空間を確保するためのケースの図面を図2に示す。ケースはアクリル板を使用し, 接続部にはパッキンをつけて密閉を保った。大きさは一般家庭の6畳部屋の2/7分の1とした。ケース内の処理対象物質の濃度は扇風機により均一にし, 大気処理装置とケースとの間に円滑に気体が循環するようファンを設置した。

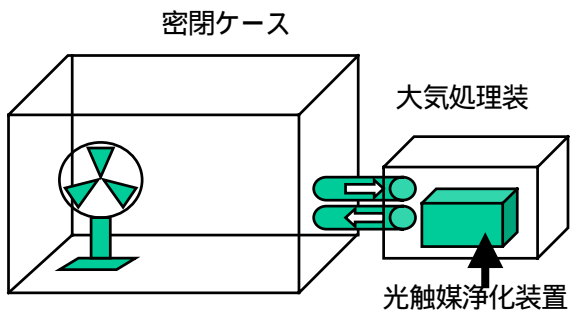


図1 光触媒反応実験の概要図

2.2 光触媒を利用した大気処理装置の試作

大気処理装置を2種類試作した。一つは酸化チタンを石英のガラス棒に担持させ、それを並べたものである。光をガラス棒と平行に照射することで、光はガラス棒内を通過して酸化チタンまで到達する。そのため、処理対象物質が汚れていてもその汚れに光を吸収されることがない。外観を図3に、その設計図を図4に示す。ガラス棒は直径7mm、長さ12cm、128本用意した。

もう一つは効率良く光を当てるため、ガラス板を用いた装置である。外観を図5に、その設計図を図6に示す。この装置は、光源から発した光をガラス板で反射して光触媒担持材料まで光を到達させる。ガラス板は細長いものを数枚、隙間を空けて設置した。隙間を抜けていく光は、同じ装置を積み重ね、2つ目の装置で利用する。そのため光源一つで複数の装置に対応できる。

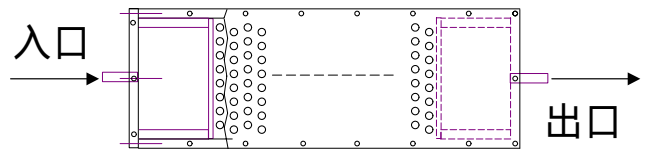


図4 ガラス棒に光触媒を担持させた大気浄化装置の図面



図5 ガラス板を用いた光触媒担持大気浄化装置

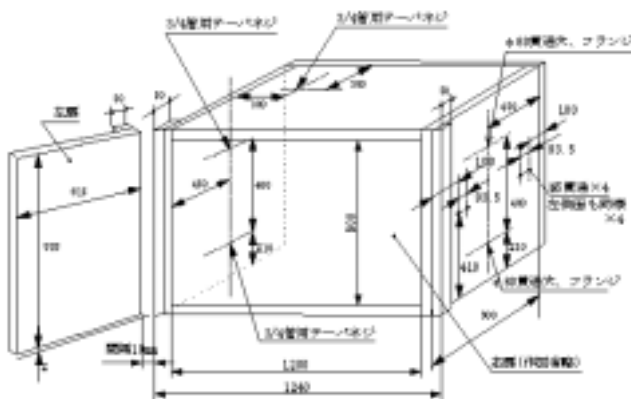


図2 密閉ケースの図面



図3 ガラス棒に光触媒を担持させた大気浄化装置

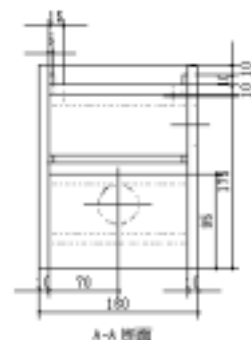
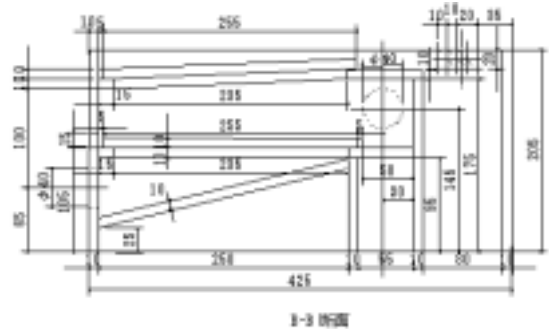


図6 ガラス板を用いた光触媒担持大気浄化装置の図面

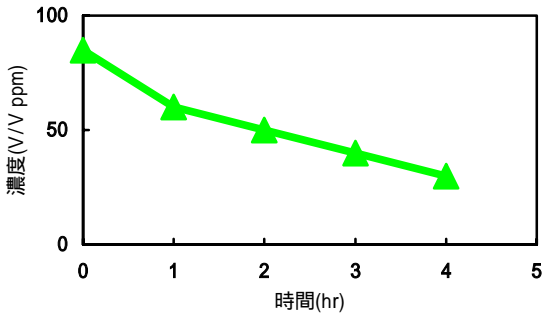


図7 ガラス棒装置によるアセトアルデヒド処理結果

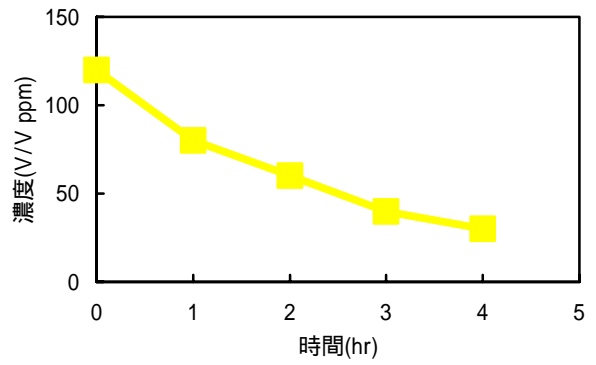


図9 ガラス板装置によるアセトアルデヒド処理結果

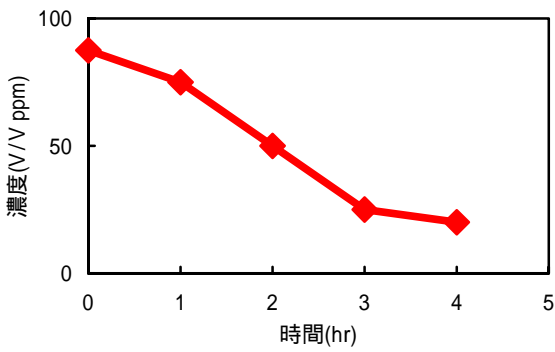


図8 ガラス棒装置による塩化メチレン処理結果

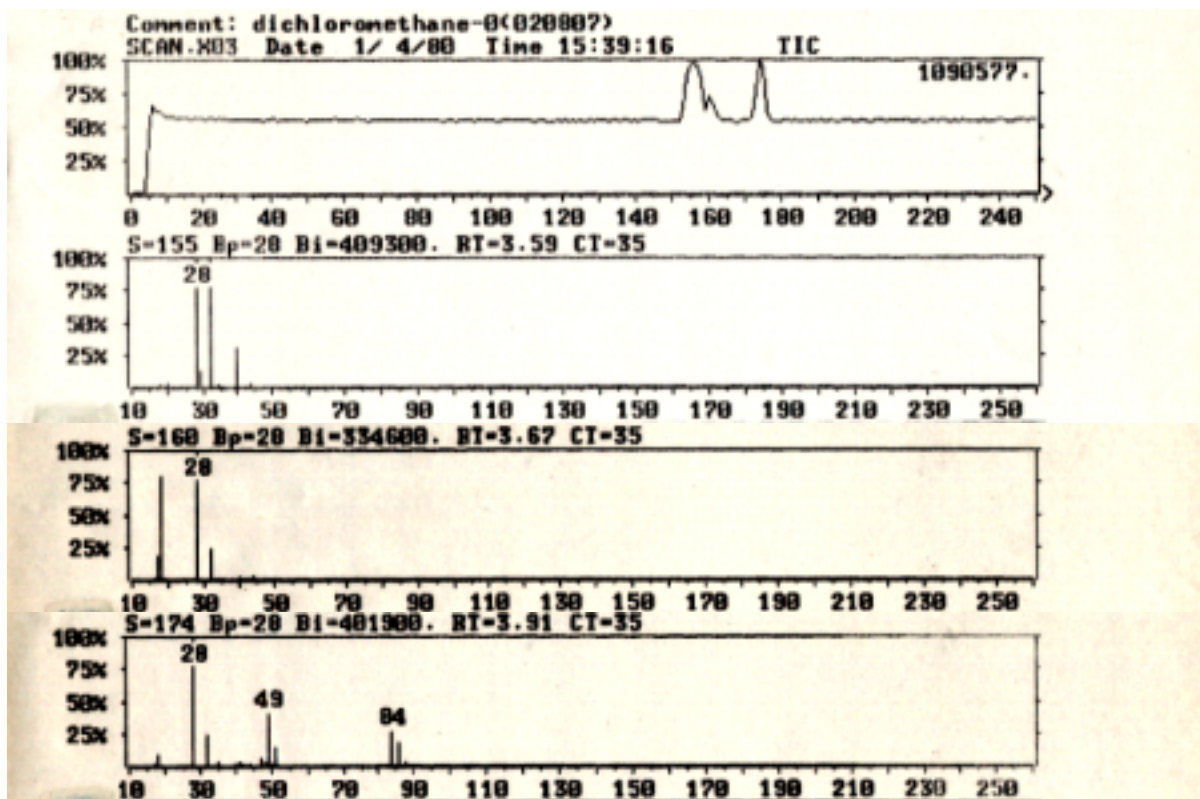


図10 光触媒反応における塩化メチレン (分子量84) のGC-MSスペクトル

- : ガスクロマトグラムのスペクトル
- : における1つ目のピークのマススペクトル
- : における2つ目のピークのマススペクトル
- : における3つ目のピークのマススペクトル

2.3 アセトアルデヒド等の処理

処理対象物質として、光触媒製品技術協議会で標準試薬として用いているアセトアルデヒドと、クリーニング業等で使用されている塩化メチレンを選んだ。密閉空間に置いたシャーレ内に一定量のアセトアルデヒドあるいは塩化メチレンを広げ、ファンをまわした。全てが揮発したところで、紫外線ランプを照射し、変化を追った。紫外線ランプは、ガラス棒を用いた浄化装置では、日立製作所製 20W×2、ガラス板を用いた浄化装置では、ウシオ電機(株)製 UM-452 450Wである。

2.4 光触媒処理による塩化メチレンの副生成

光触媒処理における塩化メチレンの反応中間生成物について検討するため、ガラス棒を用いた浄化装置で塩化メチレンを反応させた後、ガスクロマトグラフ-質量分析装置QP1100EX(島津製作所(株)製)(以下GC-MS)を用いて二量体もしくは多量体の副生成の確認を試みた。

3 実験結果と考察

3.1 光触媒によるアセトアルデヒド、塩化メチレンの処理

ガラス棒を用いた装置でアセトアルデヒドおよび塩化メチレンを分解させたときの経時変化を各々図7、図8に示す。双方とも2時間照射でほぼ50%が分解された。ガラス板を用いた装置でアセトアルデヒド

を分解させたときの経時変化を図9に示す。こちらも2時間でほぼ50%が分解された。

3.2 光触媒による塩化メチレンの副生成

塩化メチレンのGC及びGC-MSの結果を図10に示す。経時変化に伴う構造変化を解明するにはいたらなかったが、塩化メチレンの分子量84を超える分子は検出されなかったため、二量体もしくは多量体にはなっていないことが分かった。

4 結 言

光触媒を利用した大気浄化装置を2種類試作した。その装置の性能を評価した。

その結果、塩化メチレンやアセトアルデヒドを2時間で50%処理できることが判明した。また、塩化メチレンの光触媒による反応について、GC-MSにより分析した結果、反応に伴う中間生成物として二量体あるいは多量体等の重合物、他の有機塩素化合物は検出されなかった。

文 献

- 1) 倉本恵治, 今村邦彦, 丸下清志, 斯波信雄: 広島県西部工技研究報告, No.45(2002), 23
- 2) 倉本恵治, 丸下清志, 斯波信雄, 本多正英, 渡部英雄: 広島県西部工技研究報告, No.44(2001), 67
- 3) 斯波信雄, 倉本恵治, 本多正英, 丸下清志: 広島県西部工技研究報告, No.43(2000), 59