

(光触媒を利用した環境浄化技術の開発)

3 光触媒による大気浄化技術に関する研究 (第2報)

今村邦彦, 宗綱洋人, 平田敏明

(Development of Technology to Exhaust Fumes Treatment)

Study of Treatment to Exhaust Fumes with Titanium Dioxide Photocatalyst (2nd Report)

IMAMURA Kunihiko, MUNETSUNA Hiroto and HIRATA Toshiaki

It was investigated the methods to decompose polluting matter in exhaust fumes with TiO_2 photocatalyst. In this year, we have two type systems with TiO_2 photocatalyst 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-dimentional filter with TiO_2 , and the beams reflect efficiently on the glass plates.

As a result, the concentration of methylene chloride, acetaldehyde, and methylmercaptan was reduced to 70%, 80%, and 90% respectively.

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, 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, 二酸化チタンを担持させたガラス成形体の形状開発と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¹⁾²⁾。さら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た³⁾。本年度は試作した装置を用いて大気浄化を行ったので, 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27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, 光触媒を利用した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。

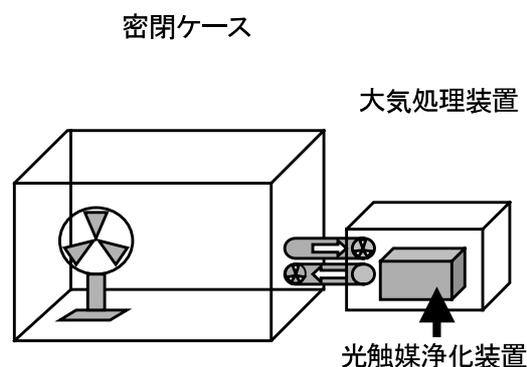


図1 光触媒反応実験の概要図

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。ガラス棒の端面から照射した光がガラス棒内で乱反射する。処理対象物質内を光が通過しないため、その汚れに光が吸収されることがない。外観を図2に示す。ガラス棒は直径7mm、長さ12cmで、128本用意した。

もう一つは効率良く光を利用するため、ガラス板を用いた装置である。外観を図3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。なお、光触媒担持材料は市販のセラミックハニカムと3次元フィルターの2種を用意した。ガラス板は細長いものを、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。

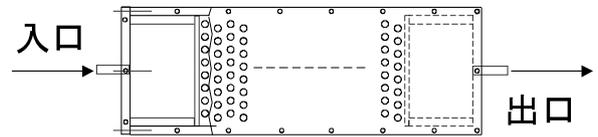
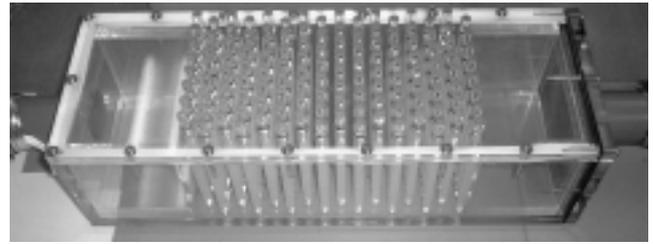


図2 ガラス棒に光触媒を担持させた大気浄化装置

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、クリーニング等で使用されている塩化メチレン、食品工場等から発生するメチルメルカプタンを選んだ。密閉ケース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、変化を追跡した。紫外線ランプは、ガラス棒を用いた浄化装置では、(株)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。

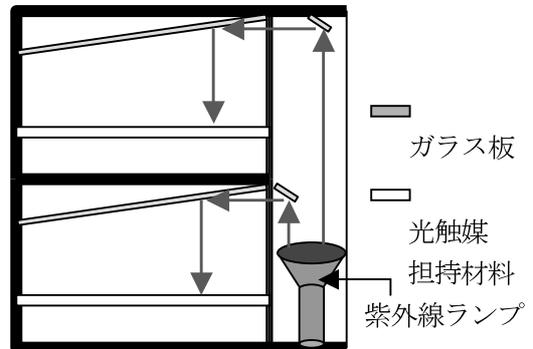
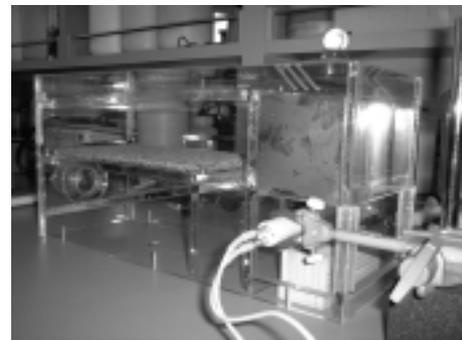


図3 ガラス板を用いた光触媒担持大気浄化装置

3 実験結果と考察

3.1 ガラス棒を用いた装置での光触媒によるアセトアルデヒド、塩化メチレン、メチルメルカプタンの処理

ガラス棒を用いた装置でアセトアルデヒド、塩化メチレン、メチルメルカプタンを分解させたときの経時変化を各々図4、図5、図6に示す。2時間照射により、アセトアルデヒドおよび塩化メチレンは50%、メチルメルカプタンは65%分解された。

3.2 ガラス板を用いた装置での光触媒によるアセトアルデヒド、塩化メチレンの処理

ガラス板を用いた装置で、アセトアルデヒド、塩化メチレンを分解させた。光触媒担持材料としてセラミックハニカム(以下、ハニカム)と3次元セラミック

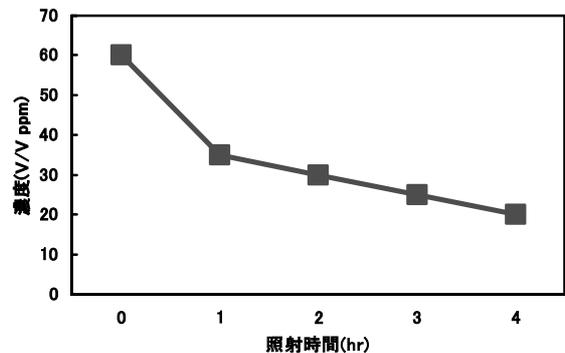


図4 ガラス棒装置によるアセトアルデヒド処理結果

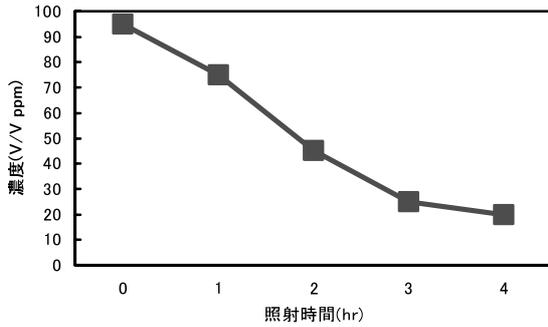


図5 ガラス棒装置による塩化メチレン処理結果

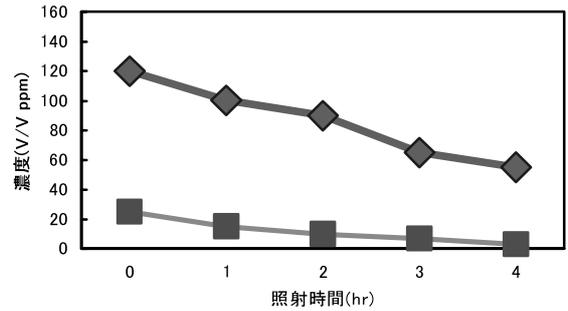


図8 ガラス板装置によるアセトアルデヒド処理結果 (光触媒担持材料: 3次元フィルター)
初期濃度120ppm 初期濃度25ppm

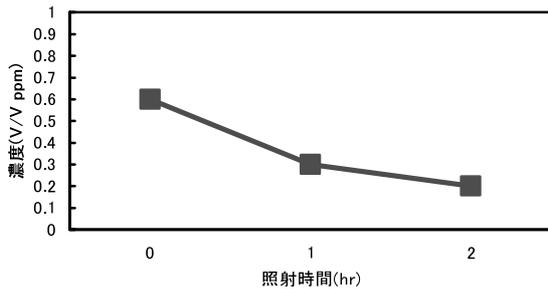


図6 ガラス棒装置によるメチルメルカプタン処理結果

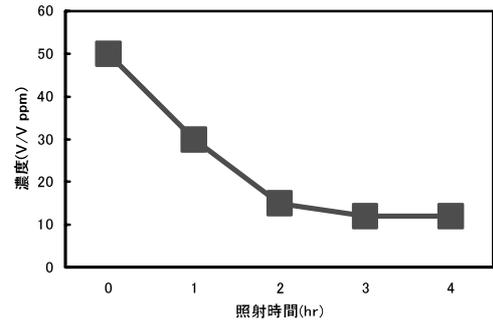


図9 ガラス板装置による塩化メチレン処理結果 (光触媒担持材料: ハニカム)

フィルター (以下, 3次元フィルター) を用いた。アセトアルデヒドを分解させたときの経時変化を, ハニカムを用いた場合を図7, 3次元フィルターを用いた場合を図8に示す。2時間照射によりハニカムでは, 高濃度 (初期濃度70ppm) で25%分解されたのに対して, 低濃度 (初期濃度25ppm) の場合, 60%分解された。3次元フィルターでは低濃度で50%が分解された。

塩化メチレンを分解させたときの経時変化を, ハニカムを用いた場合を図9, 3次元フィルターを用いた場合を図10に示す。2時間照射によりハニカム, 3次元フィルターともに60%が分解された。光触媒の効果

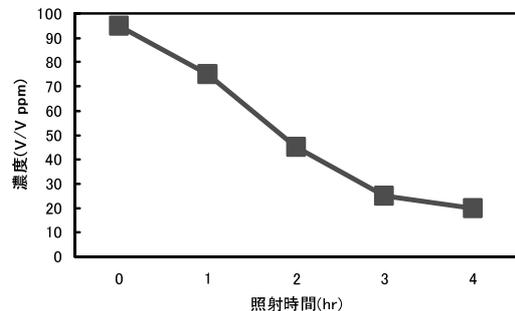


図10 ガラス板装置による塩化メチレン処理結果 (光触媒担持材料: 3次元フィルター)

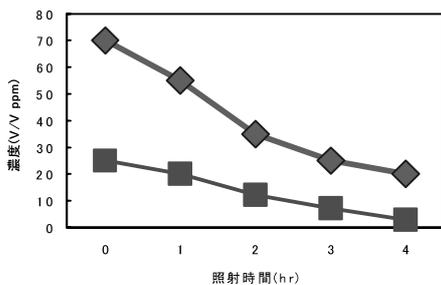


図7 ガラス板装置によるアセトアルデヒド処理結果 (光触媒担持材料: ハニカム)
初期濃度70ppm 初期濃度25ppm

は確認されたが, においが無くなるまでにはいかなかった。

3.3 ガラス板を用いた装置を二段重ねた際の光触媒によるアセトアルデヒド, 塩化メチレンの処理

ガラス板を用いた装置の特徴は, 一つの光源で複数個の装置に照射が可能なことである。そこで, この装置を二段に重ねて, アセトアルデヒド, 塩化メチレン, メチルメルカプタンを分解させた。光触媒担持材料としてハニカムを用いた。アセトアルデヒド, 塩化メチレン, メチルメルカプタンを分解させたときの経

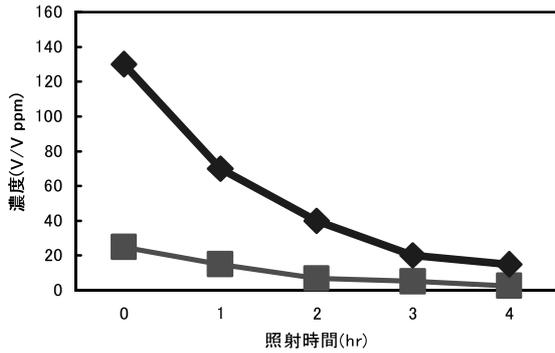


図11 二段重ねをしたガラス板装置によるアセトアルデヒド処理結果
(光触媒担持材料：八ニカム)
初期濃度130ppm 初期濃度25ppm

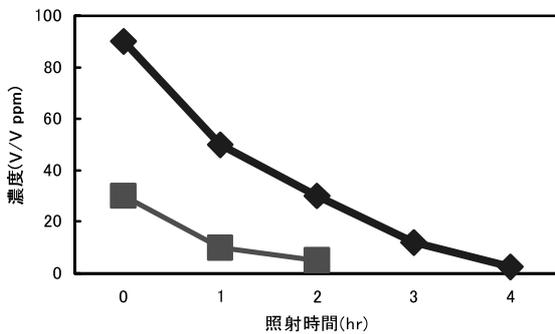


図12 二段重ねをしたガラス板装置による塩化メチレン処理結果
(光触媒担持材料：八ニカム)
初期濃度90ppm 初期濃度30ppm

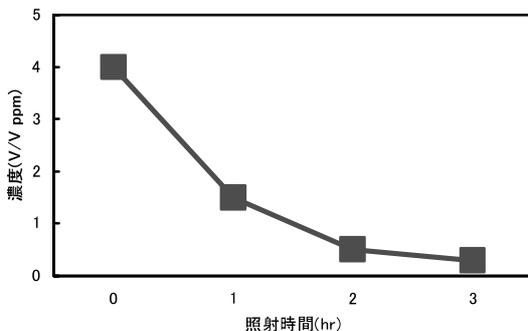


図13 二段重ねをしたガラス板装置によるメチルメルカプタン処理結果
(光触媒担持材料：八ニカム)

時変化を各々図11, 12, 13に示す。

2時間照射により、アセトアルデヒドは70%、塩化メチレンは80%、メチルメルカプタンは90%分解された。ガラス板を用いた装置一段のみの処理結果と比較して、効率よく分解された。

3.4 今後の課題

本研究における装置は省スペース、省エネルギーを目的として試作した。これらの装置だけで十分に満足できる結果を得られなかったため、汚染された大気に光を通すのではなく、光触媒担持材料内部から光を通す方法を基に光の散乱方法、担持材料を検討する必要がある。一つの光源でガラス板を用いて複数台に光を当てる装置は、光路長をより短くするための新たな検討が必要である。また、この装置では市販の光触媒担持材料を用いたが、より良い光触媒や担持材料を開発して組み合わせることも必要である。今後もより効率のよい装置を検討していく必要がある。

4 結 言

光触媒を利用した、省スペース、省エネルギーを目的とした大気浄化装置を2種類試作した。

評価の結果、塩化メチレン、アセトアルデヒド、メチルメルカプタンを2時間で各々最高70, 80, 90%処理できることが判明した。

文 献

- 1) 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, No44 (2001), 67
- 2) 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, No45 (2002), 23
- 3) 倉本恵治, 平田敏明, 今村邦彦, 斯波信雄: 広島県西部工技研究報告, No46 (2003), 17