

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：12401  
研究種目：基盤研究(B)（一般）  
研究期間：2020～2022  
課題番号：20H04361  
研究課題名（和文）真空紫外線と超音波を用いた大気汚染物質の状態や性状によらない空気浄化手法の開発

研究課題名（英文）Development of air purification method using vacuum ultraviolet rays and ultrasonic waves regardless of the state and properties of air pollutants

研究代表者  
関口 和彦（Sekiguchi, Kazuhiko）  
埼玉大学・理工学研究科・教授

研究者番号：50312921  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、水銀不使用の真空紫外線光源であるエキシマランプと超音波を用い、VOCガスの高効率分解、オイルミストの捕捉分解、分解生成物の確認、超音波による反応活性ミストの生成、反応活性ミストによる分解生成物の捕捉、超音波による水中での分解生成物の完全分解と無機化を実験的に確認した。これにより、大気汚染物質の状態や性状によらない、分解生成物も捕捉可能な空気浄化手法が提案された。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

屋内の有害大気汚染物質には、揮発性有機化合物ガスやオイルミストなどの有機粒子がある。本研究では、水銀を含まないエキシマランプから照射される真空紫外線や超音波から発生する反応活性ミストを用いて、これらガス状、粒子状といった状態や物性によらない有害汚染物質の高効率分解に加え、分解生成物の捕捉や完全無害化も可能な新たな空気浄化手法を提案しており、エキシマランプや超音波の新たな利用分野の開拓も期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, using an excimer lamp, which is a vacuum ultraviolet light source that is free from mercury, and ultrasonic waves, we have experimentally proved that highly efficient decomposition of VOC gas, successful capturing and decomposition of oil mist. In addition, we confirmed the species and amount of degradation products, and the generation of reactive mist by ultrasonic waves. It was demonstrated that the full capture of degradation products by their mist, and complete decomposition and mineralization of degradation products in water by ultrasonic wave. As a result, a highly efficient air purification method was proposed, which enables to capture degradation products regardless of the state and properties of air pollutants.

研究分野：環境化学、エアロゾル科学（大気汚染評価ならびに環境浄化技術開発）

キーワード：真空紫外線 VOCガス オイルミスト 分解無機化 分解生成物 物質収支 オゾン 反応活性ミスト

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

主要な大気汚染物質である揮発性有機化合物(VOC)ガスは、直接的な健康影響や屋内外での二次的な有機粒子生成などを引き起こす。一方、工場などの作業環境では数十 ppm レベルの高濃度 VOC ガスに加え、オイルミストなどの有機粒子の放出も問題となっている。VOC ガスの処理手法の一つとして、短波長紫外(UV)光、超音波、オゾン(O<sub>3</sub>)、過酸化水素(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)などを組み合わせることで酸化力の強いヒドロキシル(OH)ラジカルを生成させ、これにより有機汚染物質の分解を行う促進酸化法が注目されている。しかし、短波長 UV 光の光源である低圧水銀ランプは 2017 年 8 月に制定された「水銀に関する水俣条約」により、今後の使用が制限される可能性がある。

### 2. 研究の目的

(1) 172 nm の VUV を近距離で導入ガスに照射できるエキシマランプ(VUV<sub>172</sub>)を組み込んだ細管形状の VUV 照射装置を作製し、トルエンガスの除去率と O<sub>3</sub> 発生濃度の測定と、VOC ガス分解における分解生成物の物質収支についても確認する。さらに、VUV<sub>172</sub> の有効性確認の観点から、従来から使用されている光源である 185 nm の VUV を 3%程度含む主波長 254 nm の定圧水銀ランプ(UV<sub>254+185</sub>)との性能比較も行う。

(2) モデルオイルミスト発生手法の確立と、石英円筒フィルターに VUV<sub>172</sub> を組み込んだ VUV 照射装置によるこれら微粒子の捕集と反応雰囲気別の分解傾向について調査する。さらに、物性の異なるモデルオイルミストを用い、分解生成物の生成傾向についても把握する。

(3) 超音波霧化槽の作製と超音波霧化による反応活性ミストの発生、反応活性ミストによる生成 O<sub>3</sub> の処理と分解性生物の無機化促進について検討する。

### 3. 研究の方法

(1) 2 種類の光源を用いたトルエンガス分解と O<sub>3</sub> 濃度、分解生成物収支の確認と比較

VOC ガス分解に用いた実験系の概略を図 1 に示す。実験はフローで行い、任意の濃度に調製したトルエンガスを VUV 照射装置に導入した。VUV<sub>172</sub> または UV<sub>254+185</sub> をそれぞれ 20 W、24 W の出力で照射し、照射距離 2 mm、滞留時間 2 秒に設定した。トルエンガス濃度は GC-FID、CO と CO<sub>2</sub> ガス濃度はメタナイザー付き GC-FID、水溶性有機炭素(WSOC)濃度は全有機炭素(TOC)計、粒子濃度と粒径分布は走査型モビリティ粒径分析器によりそれぞれ測定し、粒子についてはナノサンプラーの改良も行い、直接捕集も行った。

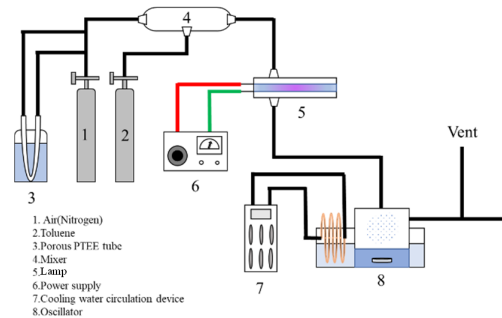


図 1 VOC ガス分解における実験系

(2) 2 種類のモデルオイルミストを用いた反応雰囲気別の分解ならびに分解生成物の生成傾向把握

オイルミスト分解に用いた実験系の概略を図 2 に示す。オイルミストのモデル物質として、ポリ- $\alpha$ -オレフィン(PAO, 近藤工業)とオレイン酸(和光純薬)を選択した。モデルオイルミストの発生には PAO ジェネレーター(PPA-1101, プロックス)を用い、この後段に光源である VUV<sub>172</sub>(13 W)を中央に取り付けた反応器を設置した。反応器に石英円筒フィルター(外径:2.5 cm、内径:2.2 cm、高さ 9.0 cm、ランプとの距離は約 5 mm)を取り付け、前段で発生させたオイルミストを反応器上部から流し込むことによりフィルター内壁に PAO およびオレイン酸を 5.0-6.0 mg 付着させた。

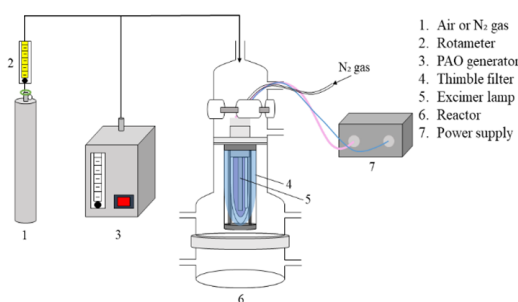


図 2 オイルミスト分解における実験系

捕集したモデルオイルミストの分解実験では、キャリアガスを 1.8 L/min で流し、フィルター内部にてエキシマランプから VUV<sub>172</sub> を照射した。照射開始から 5 分ごとにフィルターの重量を精密天秤にて測定し、その減少量から除去率を算出した。また、対象物質の分解機構を調査するため、異なる反応雰囲気での実験を行った。設定雰囲気は①乾燥 N<sub>2</sub>+VUV<sub>172</sub>、②乾燥 N<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O (RH40%) +VUV<sub>172</sub>、③乾燥 Air+VUV<sub>172</sub>、④乾燥 Air+H<sub>2</sub>O (RH40%) +VUV<sub>172</sub> とした。これにより、①光分解、②光分解+OH ラジカル酸化、③光分解+O<sub>3</sub> 酸化、④光分解+O<sub>3</sub> 酸化+OH ラジカル酸化に分けることができ、それぞれの反応性を評価することができる。

一方で、物性の異なる 2 種類のモデルオイルミストの分解特性の違いを調査するために、フィルター後段および照射終了後の保持フィルター上の WSOC 量についても調査を行った。

(3) 超音波霧化による反応活性ミストの生成と反応性の定量化

VOC ガスに VUV<sub>172</sub> を照射すると、分解生成物に加えて副生成物として反応雰囲気により空気由来する数百～2000 ppm の O<sub>3</sub> が生成される。本研究では超音波霧化によって生成される反応活性ミストと接触させることで、分解生成物の捕捉と無機化、さらに O<sub>3</sub> の無害化について検討した。このために、水中での OH ラジカル生成量が大きく、超音波霧化が可能な 430 kHz 超音波を用い、反応活性ミストの反応性の定量化をまず行った。

反応活性ミストの生成では、図 3 に示すような 430 kHz の超音波振動子が入った超音波霧化槽(縦：14.5 cm、横：15 cm、高さ：14.5 cm)を用い、温度管理をした水に対して所定の出力で霧化を行った。バルク液中での OH ラジカル生成を確認するために KI 水溶液を満たし、投入電力を変化させて I<sub>3</sub><sup>-</sup> の生成速度を調べた。つぎに槽の天井に KI 水溶液とデンプンを含むろ紙を張り付けて、ミストと接触させると、OH ラジカルが含まれていればヨウ素イオンが酸化されてヨウ素が生成するため、デンプンとの反応で呈色が観察される。

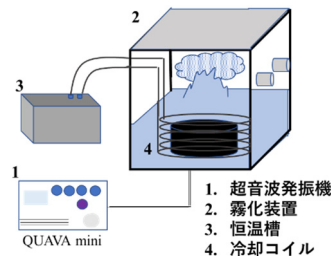


図 3 430 kHz 超音波霧化槽

(4) 反応活性ミストによる生成 O<sub>3</sub> の処理と分解性生物の無機化促進

図 4 に示す装置により、ガスとして O<sub>3</sub> を 1400 ppm 含む空気を流量 1.0 L/min で霧化槽に流し、吸収液として 1 L の脱イオン水、所定濃度の KI 水溶液およびオゾン分解触媒である MnO<sub>2</sub> 微粒子分散水に 430 kHz の超音波を所定の投入電力で照射して生成したミストと接触させ、槽出口での O<sub>3</sub> 濃度をオゾンモニターで測定して O<sub>3</sub> 吸収率を求めた。また、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> を添加することで、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> と O<sub>3</sub> の反応により OH ラジカルを生成させ、分解生成物の無機化促進についても検討した。

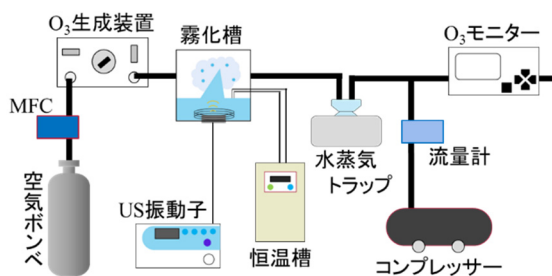
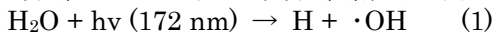


図 4 反応活性ミストによる O<sub>3</sub> 吸収装置

4. 研究成果

(1) 光源の違いによる除去率と分解生成物の比較本実験では VUV<sub>172</sub> と UV<sub>254+185</sub> の出力を揃えた上で、トルエンガスの除去率を比較した。VUV<sub>172</sub> の除去率はランプを点灯してまもなく 100% に達したが、UV<sub>254+185</sub> の除去率は 40%程度にとどまっていた。既往研究により、VUV によるトルエンの分解は光分解に加え、活性種である OH ラジカルが大きく関与していることがわかっている。VUV<sub>172</sub> の照射では(1)式のように、172 nm の波長と水との反応による OH ラジカル生成が顕著に起こるため、活性種による分解が大きく寄与し、分解効率が高くなったと推察される。



VUV<sub>172</sub> と UV<sub>254+185</sub> 照射下でのトルエン分解における除去率、CO、CO<sub>2</sub>、WSOC、粒子生成量についてまとめ、物質収支を算出した。それ以外の量については疎水性有機炭素 (WIOC : Water-Insoluble Organic Carbon) として収支に加えた。その結果を図 5 に示す。

図 5 より、VUV<sub>172</sub> 照射におけるトルエンの除去率は 100%、無機化率は 72%、WIOC の割合は 10%以下となった。それに対し、UV<sub>254+185</sub> 照射のトルエン除去率は 40%であり、その内の無機化率も 40%程度に留まったことから、より少ない消費電力でも、VUV<sub>172</sub> の方が高いトルエン除去率、無機化率が得られることが明らかとなった。これは、低圧水銀ランプの場合、185 nm の VUV 波長は主波長である 254 nm の 3%程度しか含まれていないために、顕著な光分解が進行しなかったためであると考えられる。その一方で、VUV<sub>172</sub> は 172 nm の VUV を 100 %出力できるために、高い光分解効率が得られたためと考えられる。

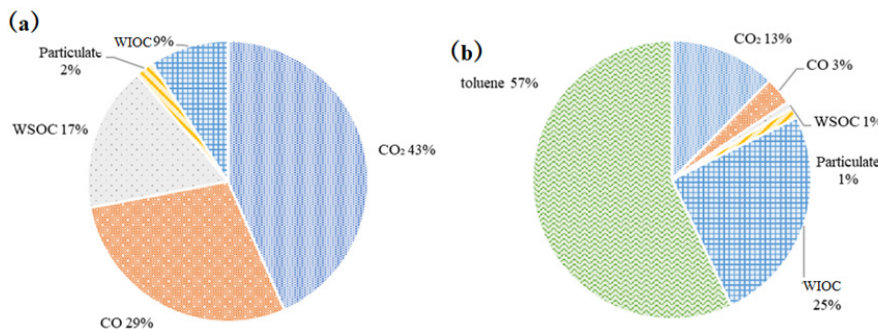


図 5 トルエンガス分解時に生成する分解生成物の物質収支 (a) VUV<sub>172</sub>, (b) VUV<sub>254+185</sub>

## (2) O<sub>3</sub> 生成量の比較

VUV は空気中の O<sub>2</sub> を光分解し O<sub>3</sub> を生成する。VUV<sub>172</sub> と UV<sub>254+185</sub> の 2 種類の光源において、生成する O<sub>3</sub> 濃度を測定した。VUV<sub>172</sub> では約 600 ppm、UV<sub>254+185</sub> では約 200 ppm の O<sub>3</sub> が生成していた。これは VUV<sub>172</sub> が 172 nm の単一波長であるのに対し、UV<sub>254+185</sub> は 185 nm が主波長 254 nm の 3% ほどしか含まれていないためであると考えられる。しかし、波長出力から考えれば VUV<sub>172</sub> における O<sub>3</sub> 生成は抑えられていることから、前述したように、VUV<sub>172</sub> の照射距離を短く調整することで、VOC ガスの分解に効果的に使用され、O<sub>2</sub> の分解が抑制できたものと考えられる。しかし、O<sub>3</sub> は人体に有害であることから、この 600 ppm 近い高濃度の O<sub>3</sub> を反応器後段で完全に処理する必要がある。この時、O<sub>3</sub> 自体も促進酸化法に応用できることを考慮すると、(1) で示した残存する親疎水性物質について、これらの酸化分解、無機化促進に応用できる可能性がある。

## (3) モデルオイルミストの分解と物性影響

PAO ならびにオレイン酸について、各反応雰囲気中で分解効率を評価した結果を図 6, 7 にそれぞれ示す。

図 6, 7 より、反応雰囲気に関係なく、いずれのモデルオイルミストにおいても重量減少がみられ、VUV<sub>172</sub> 照射によるフィルター上での有機微粒子の分解が確認された。また、VUV<sub>172</sub> 照射時において、フィルター後段での粒子発生は確認されず、このことから粒子状の分解生成物はフィルターの内側に保持され、連続的に分解、無機化が進んだものと考えられる。ここで各条件における分解効率を比較すると、PAO では条件①において、照射時間 30 分で約 60% と最も高い分解効率を得られた。これは PAO が飽和炭化水素であるため、結合を切断する直接光分解が効果的に働いたためと考えられる。一方オレイン酸では条件④において、照射時間 30 分で約 57% と最も高い効率を示した。これはオレイン酸が不飽和炭化水素および官能基を有する化合物であることから、O<sub>3</sub> や OH ラジカルとの反応性が高いためであると考えられる。実際、オレイン酸の条件④において、フィルター内に最も多い WSOC 生成が確認されたことから、これはオレイン酸の分解には活性種が効果的に働き、分解生成物の酸化分解（親水化）と無機化が効果的に進行していたと推察される。しかし、疎水性のガス状分解生成物は後段に流出している可能性は否定できず、O<sub>3</sub> 処理と同時にこれら分解生成物の水溶性化と捕捉処理の必要性が示唆された。

## (5) ミストの反応性確認と反応性定量法の確立

430 kHz の超音波照射による、母液中での OH ラジカル生成量 (I<sub>3</sub><sup>-</sup> 生成量に対応している) について KI 水溶液を用いて調べた結果を図 8 に示す。なお、点線は、超音波霧化で広く用いられている 1.6 MHz, 20 W の条件で霧化した場合の I<sub>3</sub><sup>-</sup> 生成速度を示している。

図 8 より、出力 45 W 以上で I<sub>3</sub><sup>-</sup> 生成速度は大きく増大し、バルク液中では通常の超音波霧化と比較して 10 倍以上の OH ラジカルが生成することがわかった。

つぎに、反応性ミストすなわち OH ラジカル含有ミストの生成量について、ヨウ素デンプン反応を用いて定量を試みた。霧化器の天井に取り付けてミストに暴露させて呈色したろ紙を図 9 に、呈色度を出力に対してプロットした図を図 10 にそれぞれ示す。

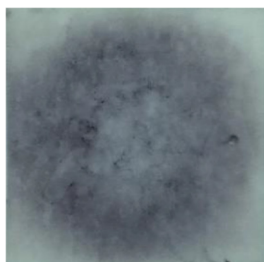


図 9 反応性ミストによる呈色

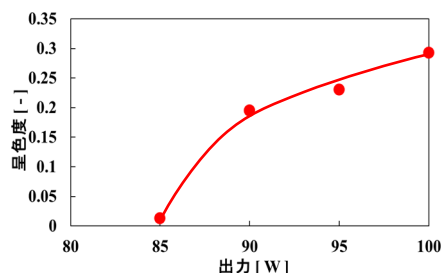


図 10 出力による呈色度変化

図 9, 10 より、ヨウ素による呈色が確認され、この呈色度を画像解析することで、呈色の度合いを評価した。呈色の閾値となる Blue 値を定めて格子点数に対する Blue 値の積算値を呈色度と定義した。出力増加とともに呈色度は大きく増加し、反応性ミストの生成とろ紙への衝突頻度が出力とともに増大することが示された。

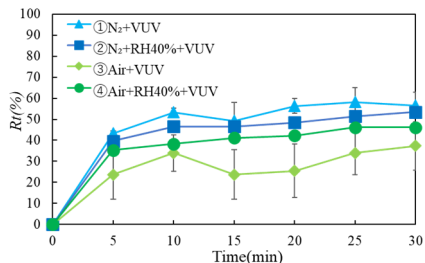


図 6 各反応雰囲気での PAO 分解

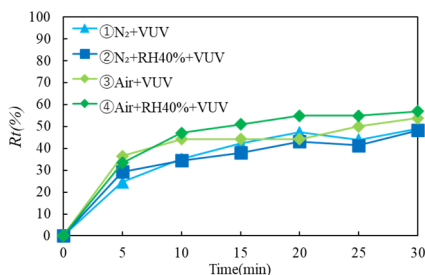


図 7 各反応雰囲気でのオレイン酸の分解

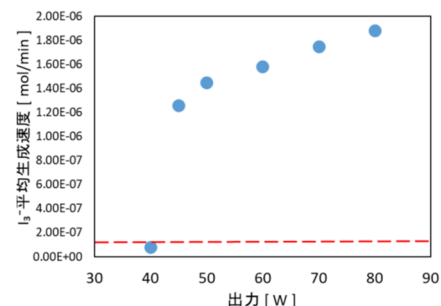


図 8 I<sub>3</sub><sup>-</sup> 生成速度への出力影響

### (6) 反応性ミストによる O<sub>3</sub> の吸収処理

3種の溶液すなわち脱イオン水、オゾン分解触媒である MnO<sub>2</sub> 粒子分散水、0.2 mol/L KI 水溶液を霧化した場合の O<sub>3</sub> を 1400 ppm 含む空気からの O<sub>3</sub> 除去率を図 11 に示す。

図 11 より、O<sub>3</sub> は顕著な疎水性を示すことから、水のみでは非常に低い除去率であった。一方、KI 水溶液ではほぼ 100% の O<sub>3</sub> 吸収率が得られ、KI と O<sub>3</sub> がミスト界面で効果的に反応したものと推察される。また、MnO<sub>2</sub> 微粒子分散水では、水による O<sub>3</sub> 吸収よりは高い結果であったが、KI 水溶液ほどの O<sub>3</sub> 吸収率は得られなかった。これは触媒表面を水が覆ってしまうことで、O<sub>3</sub> 分解の活性部位がうまく働かなかつたものと推察された。しかし、粒子の微細化と粒子濃度増加により改善の傾向が確認されたことから、触媒の表面積濃度を増やすことで一定の有効性は得られる可能性が示唆された。この結果より、O<sub>3</sub> の除去には KI 水溶液などの O<sub>3</sub> と反応性を有する水溶液が有効であることが明らかとなった。そこで、高い除去率を保ちつつ、どこまで KI 水溶液濃度を低下させることができるかを検討した。その結果を図 12 に示す。

図 12 より、0.005 mol/L まで低下させても吸収率はほぼ 100% であるが、0.001 mol/L で約 80%、それ以上低下させると吸収率は急激に低下した。O<sub>3</sub> ガスの供給を行わない場合でも、KI 水溶液への 430 kHz の超音波照射により OH ラジカルが生成して I が酸化されて消費される。そこで、OH ラジカルによる I 消費速度と O<sub>3</sub> 1400 ppm 空気流通による I 消費速度を比較したところ、O<sub>3</sub> との反応による I 消費速度は OH ラジカルとの反応の約 50 倍の速度であった。したがって KI 濃度を 0.005 mol/L 以上に設定すれば、OH ラジカルによる液中の I 量の減少を問題とすることなく、気相の O<sub>3</sub> を吸収できることがわかった。

KI 水溶液による O<sub>3</sub> 吸収は反応吸収に分類される。そこで、O<sub>3</sub> の吸収速度を各種条件で求め、反応吸収理論に基づいて KI 含有ミストによる O<sub>3</sub> 吸収の吸収機構について検討した。0.005 mol/L 以上の KI 濃度では迅速擬 1 次反応と迅速 2 次反応の条件を満たすことがわかった。

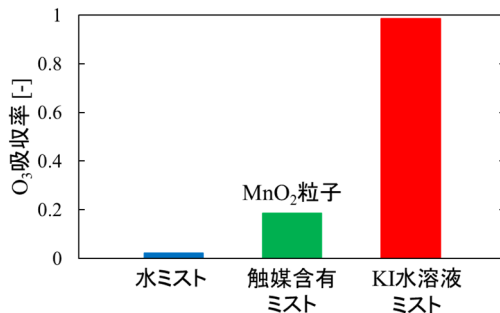


図 11 3 種のミストによる O<sub>3</sub> 吸収率

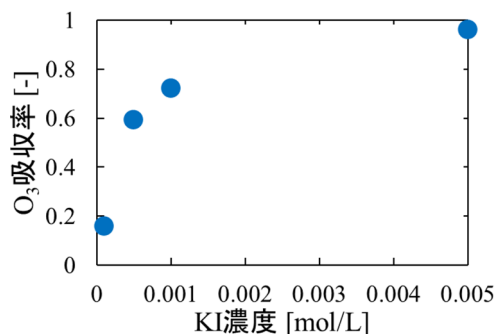


図 12 KI 濃度と O<sub>3</sub> 吸収率の関係

### (7) 反応活性ミストによる分解生成物の捕集と無機化促進

トルエンガス分解系における VUV<sub>172</sub> 照射の後段において、430 kHz 超音波反応器内に KI 水溶液を用いた場合、600 ppm 程度の O<sub>3</sub> は KI を含むミストにより完全に処理されたことから、O<sub>3</sub> と (2) 式のペロキソン反応を起こし反応活性種である OH ラジカルを生成する H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液を使用し、O<sub>3</sub> の分解に加え、水溶性分解生成物の捕集と無機化について検討した。その結果を図 13 に示す。なお、この条件において、超音波霧化槽後段で O<sub>3</sub> ならびに水溶性分解生成物はほぼ確認されなかった。

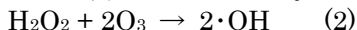


図 13 より、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> を添加しない水のみでも水溶性分解生成物は連続的に捕集（一定の濃度上昇を確認）できることが明らかとなった。一方で、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> を添加すると、水中の WSOC 量が増加したことから、(1) と (4) で示した WIOC が反応活性ミストにより WSOC へと酸化転換され、ミスト中に取り込まれたものと推察される。一方で、WSOC 量は増加を続けず頭打ちになっていることから、430 kHz 超音波が生み出すキャビティでの熱分解や反応活性種により、WSOC は水中で連続的に無機化されているものと考えられる。

以上より、VOC ガス分解、オイルミスト分解、分解生成物収支、反応活性ミストの生成、反応活性ミストによる疎水性分解生成物の水溶性転換と水溶性分解生成物の捕集、430 kHz 超音波による水溶性分解生成物の無機化の結果を総合的に組み合わせると、ガス状、粒子状といった物質状態や、親疎水性といった物理化学的性状によらない、分解生成物も捕集可能な大気汚染物質の分解処理技術が確立できたと考えられる。

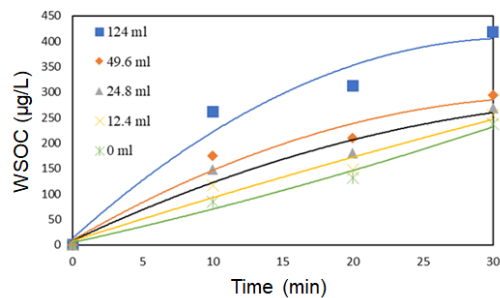


図 13 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 添加時の反応活性ミストによる分解生成物の捕集と水中 WSOC 量

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kurotsuchi Yuta, Sekiguchi Kazuhiko, Hayakawa Yohei	4. 巻 23
2. 論文標題 Divisive Refinement of Metal Fiber at the PM0.1 Classification Stage for PM0.5-0.1 Sampling with Nanosampler	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Aerosol and Air Quality Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4209/aaqr.220439	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 伊藤 北斗, 関口 和彦	4. 巻 34
2. 論文標題 超音波ミストを用いたフェントン反応の気相応用に関する検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 超音波TECHNO	6. 最初と最後の頁 14-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Okada Akira, Sekiguchi Kazuhiko, Sankoda Kenshi	4. 巻 423
2. 論文標題 Mechanisms for removal of gaseous toluene in headspace using sonophysical and sonochemical effects at the gas-liquid interface	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 127221 ~ 127221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2021.127221	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 関口 和彦	4. 巻 72
2. 論文標題 超音波と界面反応を利用した空気浄化技術	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 化学工業	6. 最初と最後の頁 473-479
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 A. Okada, K. Sekiguchi, K. Sankoda	4. 巻 -
2. 論文標題 Removal of Gaseous VOCs by Ultrasonic Irradiation of Water	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Air Qual. Atmos. Health	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11869-021-01026-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 関口 和彦	4. 巻 14
2. 論文標題 促進酸化手法の併用と分解生成物の抑制	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本ソノケミストリー学会誌	6. 最初と最後の頁 6-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 M. Nishitani, N. Namiki, K. Sekiguchi, N. Kagi
2. 発表標題 Enhancement of photocatalytic degradation of volatile organic compounds (VOCs) using ultrasonically generated droplets containing TiO <sub>2</sub> particles by adding nano-sized heavy-metal particles
3. 学会等名 12th Asian Aerosol Conference 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 堂畑幸太郎, 関口 和彦
2. 発表標題 室内光照射下における二酸化塩素ガスからのSOA生成とその含有成分の調査
3. 学会等名 第63回大気環境学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森谷 莉里, 関口 和彦, 二井 晋
2. 発表標題 真空紫外線を用いたフィルター上オイルミスト微粒子の分解
3. 学会等名 第39回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 北斗, 関口 和彦
2. 発表標題 超音波ミストを用いたフェントン反応の気相応用に関する検討
3. 学会等名 第39回エアロゾル科学・技術研究討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 堂畑幸太郎, 関口 和彦
2. 発表標題 屋内環境条件下における二酸化塩素ガスからのSOA生成機構の調査
3. 学会等名 第1回環境化学物質3学会合同大会 (第30回環境化学討論会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 北斗, 関口 和彦
2. 発表標題 フェントン反応の最適条件の調査および空気浄化手法への応用
3. 学会等名 第1回環境化学物質3学会合同大会 (第30回環境化学討論会)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 長谷川真弘, 岡田 暁, 関口 和彦
2. 発表標題 水中超音波による有機汚染ガスの分解と吸着剤による反応促進
3. 学会等名 第1回環境化学物質3学会合同大会 (第30回環境化学討論会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関口 和彦, 改發 彬浩, 安井 文男
2. 発表標題 ファインバブル化導入によるVOCガスとナノ粒子の水中捕捉処理
3. 学会等名 第1回環境化学物質3学会合同大会 (第30回環境化学討論会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小谷 涼太, 水田 敬, 関口 和彦, 二井 晋
2. 発表標題 430kHz超音波による反応性ミストの生成と定量
3. 学会等名 第59回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西谷 実華, 並木 則和, 関口 和彦, 鍵 直樹
2. 発表標題 光触媒粒子含有超音波霧化液滴による揮発性機合物 (VOC) の分解の促進
3. 学会等名 第39回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Tokuda, K. Sekiguchi, S. Nii
2. 発表標題 Investigation into generation of nanosized mist from ultrasonic atomization by compering particle size distributions
3. 学会等名 ESS-JSS-AOSS 1st Joint Sonochemistry Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤 北斗, 関口 和彦
2. 発表標題 超音波ミストを用いたフェントン反応の気相応用に関する検討
3. 学会等名 第30回ソノケミストリー討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 河合 透生, 関口 和彦, 大内 努, 杉山 晋
2. 発表標題 メッシュネブライザーミストの物性評価と活性種運搬の可能性
3. 学会等名 第30回ソノケミストリー討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関口 和彦, 岡田 暁
2. 発表標題 超音波照射による気液界面での物理化学的効果を用いたガス状トルエンの除去とそのメカニズム
3. 学会等名 第38回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 徳田 珠李, 関口 和彦, 二井 晋
2. 発表標題 超音波霧化における生成ナノミストの粒径分布データの精度評価
3. 学会等名 第29回ソノケミストリー討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田 暁, 関口 和彦
2. 発表標題 ガス状VOC処理への超音波気液界面反応の応用と機構解明
3. 学会等名 第29回ソノケミストリー討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田 暁, 関口 和彦
2. 発表標題 超音波照射によるガス状VOC処理手法の検討
3. 学会等名 第37回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関口 和彦, 樋口 諒, 森谷 莉里
2. 発表標題 真空紫外エキシマランプを用いたガス状/粒子状有機汚染物質の分解
3. 学会等名 第40回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 樋口 諒, 関口 和彦
2. 発表標題 エキシマランプと低圧水銀ランプを用いたVOCガス分解特性の比較
3. 学会等名 第2回環境化学物質3学会合同大会 (第31回環境化学討論会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	二井 晋  (Nii Susumu)  (90262865)	鹿児島大学・理工学域工学系・教授   (17701)	
研究分担者	三小田 憲史  (Sankoda Kenshi)  (80742064)	富山県立大学・工学部・助教   (23201)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------