

## 6 研究活動報告

環境科学国際センターでは様々な調査研究活動を実施している。それらの成果については積極的に発表し、行政、県民、学会等での活用に供している。学術的な価値のあるものについては論文にまとめて学術誌へ投稿することにより発表しているが、それ以外にも比較的まとまった成果は多い。ここではこれらの調査研究成果のうち、論文や種々の報告書に掲載されていないものを紹介する。今号では、当センターの自主的な研究課題として設定し、研究活動を実施しているもののうち、平成27年度までに終期を迎えた課題のほか、平成28年度に取りまとめた成果や情報について報告する。

### 6.1 研究報告

工場内で利用可能なVOC局所対策手法の開発 .....  
..... 米持真一、梅沢夏実、佐坂公規、信太省吾、名古屋俊士、吉野正洋、曾根倫成、土屋徳子

### 6.2 資料

埼玉県へ1980年代前半に移入された侵略的外来種無脊椎動物リンゴガイ科スクミリンゴガイの現況について ..... 金澤光

## 工場内で利用可能なVOC局所対策手法の開発

米持真一 梅沢夏実 佐坂公規 信太省吾\* 名古屋俊士\*  
吉野正洋\*\* 曾根倫成\*\* 土屋徳子\*\*

### 要 旨

埼玉県は、全国で最も光化学大気汚染の深刻な地域であり、汚染改善のため、国や埼玉県とともに、各産業界でVOCsの排出抑制が進められている。本研究では、中小施設の現場でも利用可能なVOCs排出抑制手法を検討した。塗装・印刷工場でインクや溶剤を拭き取った後の廃ウエス入れに着目し、廃ウエス入れの構造と、TiO<sub>2</sub>光触媒を利用したVOCs処理方法について検討を行った。TiO<sub>2</sub>光触媒を複合化した、独自に開発した立体格子状構造体を用いてVOCs処理装置を作製し、分解処理実験を行った。廃ウエス入れの構造の最適化を行うとともに、VOCs処理装置の性能評価と稼働方法について有用な成果が得られた。

キーワード: 揮発性有機化合物(VOCs)、TiO<sub>2</sub>光触媒、中小施設、分解、廃ウエス入れ

### 1 はじめに

光化学大気汚染は、主として春季から夏季にかけて、光化学オキシダント(Ox)濃度が上昇することで発生する。我が国では、Oxの大気環境基準として1時間値が60ppb未満であることが規定されているが、国内における環境基準達成率は数%以下、埼玉県では全局で非達成となっている。Oxの9割以上をオゾン(O<sub>3</sub>)が占めているが、光化学大気汚染を引き起こすO<sub>3</sub>を対流圏O<sub>3</sub>とよび、太陽から地球に降り注ぐ有害な紫外線を遮る効果を持つ成層圏O<sub>3</sub>とは区別される。対流圏O<sub>3</sub>は、窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)と揮発性有機化合物(VOCs)から、太陽光による光化学反応で生成することが知られている。

埼玉県は、全国でも光化学大気汚染が特に深刻な地域である。現在、大気汚染防止法(大防法)や埼玉県生活環境保全条例(以降、県条例)により、VOCs排出対策が進められている。国においては、大防法により、平成12年を基準とし、平成22年までにVOCs排出量を3割程度低減することが明記され、5割以上の削減が達成された<sup>1)</sup>。VOCsの発生源は多種多様であり、排出量低減のためには、大防法や県条例における規制対象施設への排出抑制だけでなく、規制対象外の中小施設に対しても、自主的取組による排出抑制が求めら

れることとなった。これは法的な拘束力や罰則は無いが、自主的取組により、当初はVOCsの3割削減のうち1割の低減が期待された。

VOCsは、主として燃焼によって生成する窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)と異なり、様々な産業・工程で溶剤として使用され、排気口以外の場所からも大気中に揮散するため、対策も現場に応じたものが求められる。

大規模事業所では、高い処理効率のVOCs処理装置が導入されるケースも多いが、中小規模の事業所では、コストやスペックの面から、これら処理装置の導入は難しく、工場内で揮発したVOCsは、そのまま大気中に放出されているケースが少なくない。更に、これらは、現場作業員の作業環境悪化と健康被害にも繋がるため、現場におけるVOCs排出抑制は重要である。近年は、印刷工場で使用される有機塩素系溶剤による作業員の深刻な健康被害も報告されるなど<sup>2)</sup>、現場におけるVOCs排出抑制は大気汚染対策以外の観点から重要なものである。

県大気環境課では、中小企業の自主的取組の支援を目的とした「VOC排出抑制サポート事業」に取り組んでおり、特に、中小規模の印刷、塗装、洗浄を行う事業所で、VOCs測定を行ってきた。その中で、作業工程の工夫や簡易な処理装置があれば、VOCsの排出量低減が可能な部分があること

埼玉県環境科学国際センター 〒347-0115 埼玉県加須市上種足914  
\*早稲田大学創造理工学研究所 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1  
\*\*吉野電化工業株式会社 〒342-0008 埼玉県吉川市旭1-2

も分かってきた。この一つに廃ウエス入れがある。ウエスは、主として印刷、塗装工程で、残ったインクや溶剤の拭き取りに用いられるが、使用後は廃ウエス入れに投入される。このウエスからVOCsが工場内に揮散する。これまでの現場測定では、数百から数千ppmC (VOCs規制では、炭素数換算した濃度単位としてppmCが用いられる)のVOCsが測定され、無蓋容器では断続的に、有蓋容器でも、蓋の開け閉め時に、開口部から高濃度のVOCsが漏洩する。

本研究では、廃ウエス入れを対象とした、効果的なVOCs排出抑制を行うための手法とVOCsの分解処理について検討を行った。VOCsの分解処理方法は、燃焼法、吸着法が一般的であるが、中小事業所に導入しやすい簡便な方法として、光触媒法がある。これは、酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)光触媒に紫外線を照射することで、VOCsを酸化分解する方法である。図1に酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)の光触媒作用の模式図を示すが、紫外線照射により、TiO<sub>2</sub>表面に生成する電子(e<sup>-</sup>)と正孔(h<sup>+</sup>)から、ヒドロキシラジカル(・OH)やスーパーオキシド(・O<sub>2</sub><sup>-</sup>)などの活性酸素種が生じることを利用したものである<sup>3, 4)</sup>。

TiO<sub>2</sub>を利用した有害ガスの分解については、これまで早稲田大学、吉野電化工業(株)と共同研究を実施してきた。本研究は、これら大学、企業との産官学共同研究である。

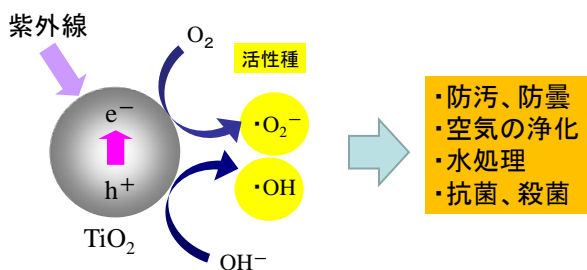


図1 酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)の光触媒作用

## 2 実験方法

### 2.1 実験装置

廃ウエス入れ内のVOCs濃度変動を定量的に明らかにするため、実験用の廃ウエス入れを作成した(図2)。本装置は40×40×100cmの亚克力製であり、上部に蓋が付いている。側面には高さ20cm毎に試料採取用の小穴が明けてあり、容器内の濃度変動を調べることが可能である。VOCs濃度は、大防法に基づき全VOC(T-VOC)を測定することとし、1秒ごとの測定値が連続的に得られる赤外線式VOC測定機(富士電機計測機器、ZSX)を基本とした。また、必要に応じて、GC/FID法によって個別のVOC濃度を測定した。なお、測定位置は、特に記載が無い限り、図2に示す開口部(上部)である。

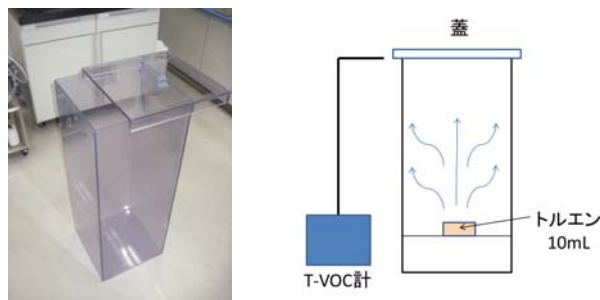


図2 実験用廃ウエス入れ

### 2.2 実験条件

実験にはまずトルエンを用いた。廃ウエス入れの底面から10cm上部中央に、直径5cmのガラス製ビーカーを置き、ここにトルエン(特級)10mLを入れて、廃ウエス入れ内のトルエン濃度の経時的な変化を測定した。次に、蓋の開け閉めや隙間からの漏洩を測定するとともに、廃ウエス投入を想定した実験も行った。

次にTiO<sub>2</sub>によるVOCsの分解処理を検討した。TiO<sub>2</sub>を用いたVOCs分解処理を行うためには、VOCsとTiO<sub>2</sub>複合材料との接触面積を大きくする必要がある。大きな表面積を得るため、我々は、磁場と複合めっき法を利用した立体格子状構造体を開発した<sup>5)</sup>。これを担体として、表面にTiO<sub>2</sub>を複合化させVOCsの分解実験を行った。分解対象ガスは溶剤として多用されているトルエンを基本としたが、アセトン及び塩素系溶剤であるジクロロメタンも使用した。図2の実験用廃ウエス入れを用い、吸引流量を1L/min、分解時間は最大8時間とした。

## 3 結果

### 3.1 構造に関する検討

廃ウエス入れに蓋のある構造の場合、蓋の開閉方向によっても、VOCの漏洩量に差が生じる可能性がある。そこで、まず蓋の開閉方向について検討を行った。蓋を真上に持ち上げた場合と、横にスライドさせた場合の開口部のVOCs濃度の変化を図3に示す。蓋の開閉をしたタイミングを図中の矢印に示すが、0(ゼロ)秒と、380秒の2回同じ方向に蓋を開

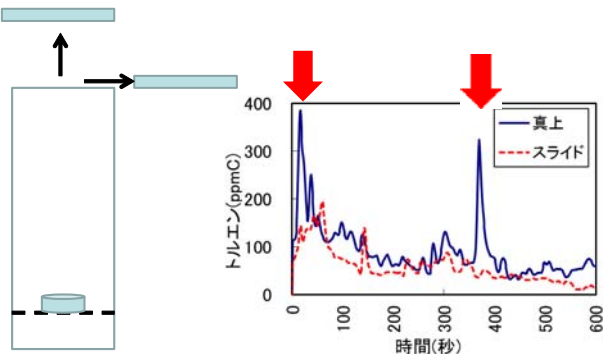


図3 蓋の開閉方向とVOC濃度

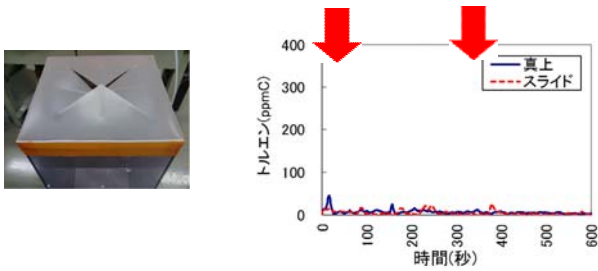


図4 遮蔽板の設置効果

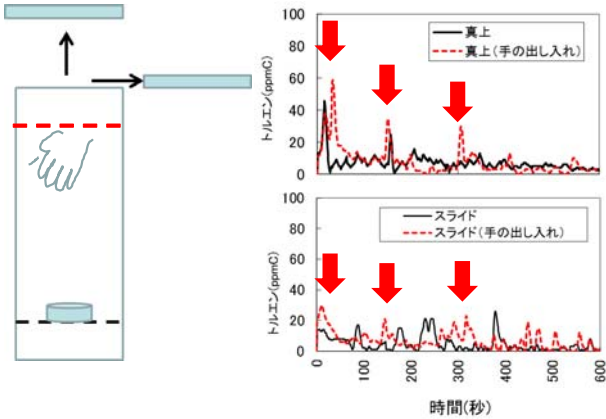


図5 手の出し入れに伴うVOC濃度変化

け、約10秒後に閉じた。真上に開けた場合は、直後に400 ppmC近くまで濃度が上昇するのに対し、スライドさせた場合は、200ppmC前後であった。2回目の開閉でも、真上に開けた場合は、340ppmCまで上昇したが、スライドさせた場合は、ほとんど変化が見られなかった。

次に、図4のように開口部に切り込みをつけた遮蔽板を設置して同様の実験を行った。遮蔽板を設置した場合、蓋の開閉方向に関わらず、VOC漏洩量は大幅に減少した。

最後に、ウエス投入に伴うVOC漏洩を確認するため、図5の条件で手の出し入れを行い、漏洩を測定した。図中の矢印が手を出し入れしたタイミングを示す。真上に蓋を開け、手の出し入れを行った場合、トルエンの漏洩濃度は最大で59ppmCであったが、スライド式の場合には、29ppmCであった。以上の結果から、遮蔽板を設置し、蓋をスライドさせてウエスを投入した場合の漏洩濃度が最小であることが分かった。

### 3.2 VOCs分解装置の作製

我々はこれまで、TiO<sub>2</sub>光触媒を、硫酸銅(CuSO<sub>4</sub>)溶液を用いた複合めっき法によって基材(銅板)表面に固定化する手法を検討し、複合率を最適化する条件を見いだした<sup>6)</sup>。また、磁場を利用して、銅基材表面にニッケル(粒径10 μm)の微粉末を直立させ、銅めっきによってこれを固定することで、表面に無数の柱状突起を形成する手法を開発した<sup>6)</sup>。当初、この表面を用いたVOCs分解処理を検討していたが、材料表面でVOCsの滞留が生じてしまうこと、突起による影により底面部分への光照射効率が悪いことから、表面積の

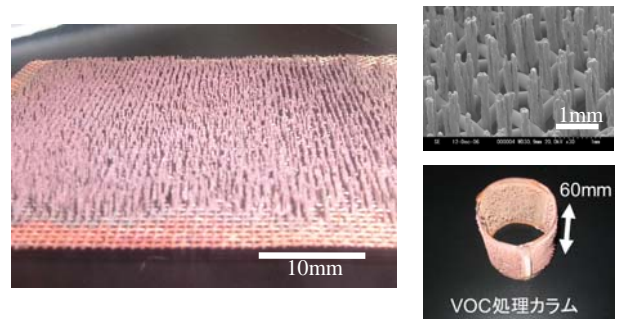


図6 磁場を利用して作製した立体格子構造体

増加に見合ったVOCs分解処理が実現できなかった。そこで、銅板では無く、銅メッシュを基材として用いて格子部分に微細柱状突起を形成させた立体格子構造体を作製し<sup>5)</sup>、これを円柱状にして固定したVOC処理カラムを作製した(図6)。

次に、これを二重管構造のガラス管(φ10×30cm)内部に直列に3個配置したVOCs分解装置を作製した(図7)。図8にVOC処理部の内部構造を示す。二重管の内側にUVランプ(ブラックライトブルーランプ)を配置し、外管はアルミ箔で覆った。UVを反射することで、あらゆる角度からVOC処理カラムにUV照射が可能である(図8断面図参照)。更に、立体格子構造の空隙をVOCsが通過するために滞留は起こりにくい。本装置を図2の実験用廃ウエス入れに接続して、分解処理実験を行った。

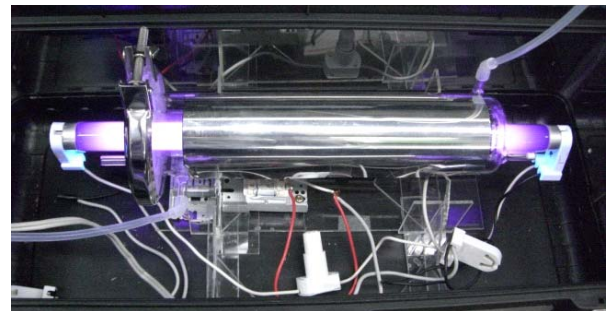


図7 作製したVOCs分解装置

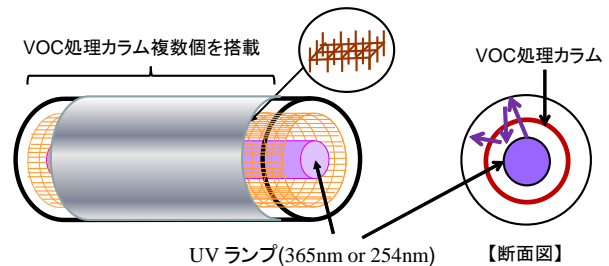


図8 VOCs処理部の内部構造

### 3.3 VOCs分解実験

作製したVOCs分解装置と実験用廃ウエス入れを用いて、分解実験を行った。対象ガスは県内で排出量が多く、かつ光化学大気汚染や粒子状物質生成への寄与が大きいトル

エンとし、以下の3つの条件で実験を行った。なお、条件①、②は工場の稼働時間内を想定したものであるが、条件③は稼働終了後を想定したものである。なお、①、②では10mLのVOCsを底部においたのち、5分経過後に測定を開始、③は全てのVOCsが気化したのちに実験を開始した。トルエンはGC/FID (GC-14A, Shimadzu)で分析を行った。単位はppmである。

[条件①]: 上部からトルエンを吸引して分解処理を行い、分解後ガスを下部に戻す。

[条件②]: 上部に遮蔽板を設置することでバッファ層を設け、バッファ層からトルエンを吸引して、分解後ガスもバッファ層に戻す。

[条件③]: 下部からトルエンを吸引し、上部に戻す。

条件①で分解処理を行った場合のトルエン濃度の変化を図9に示す。トルエンは揮発とともに廃ウエス入れ上部に達し、VOCs処理装置での分解よりも速く供給されるため、時間経過とともに濃度が上昇し、50分で360ppmとなった。これに対し、条件②では、遮蔽板によりバッファ層へトルエンの侵入が抑制され、侵入したトルエンも分解処理されることで、50分後もほとんど濃度上昇は見られなかった(図10)。これらから、廃ウエスが投入され、内部でトルエンが揮散しても、遮蔽

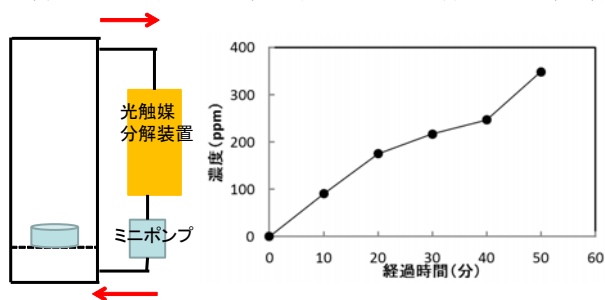


図9 条件①によるトルエン分解実験

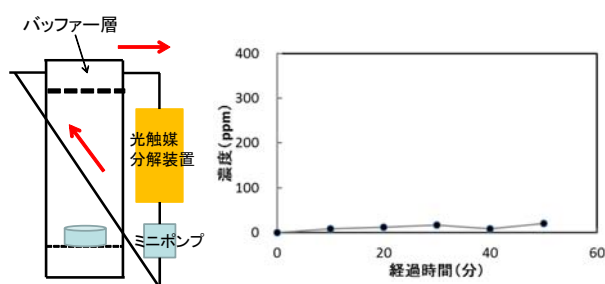


図10 条件②によるトルエン分解実験

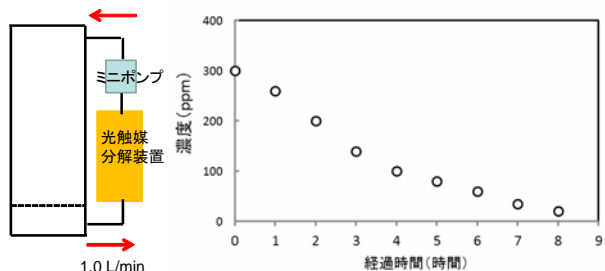
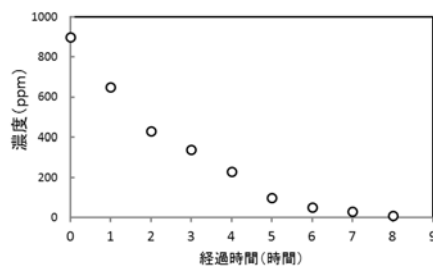


図11 条件③によるトルエン分解実験

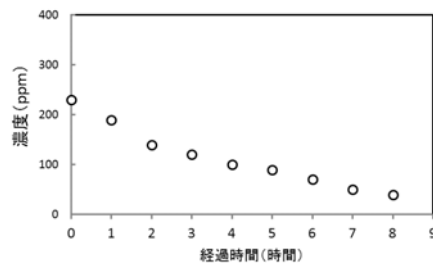
板を設置しバッファ層を設ければ、外部への漏洩は最小限に抑えられることが分かった。

次に条件③による分解実験を行った。これは、工場稼働終了後、例えば夜間などに廃ウエス入れ内部のVOCsを分解処理することを想定したものである。初期濃度は、前述のVOC排出抑制サポート事業として現場測定を行う中で得られた、現実的な濃度として300ppm(2100ppmC)に設定した。図11に濃度変化を示すが、約8時間後に数10ppmにまで低下することが分かった。工場の稼働時間を8時間、休止時間を翌朝までの16時間とすれば、十分に濃度を低減できることが分かった。

条件③でのVOCs分解処理については、アセトン(C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O)およびジクロロメタン(CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>)についても検討を行った。初期濃度に差はあるものの、アセトンでは8時間後にはほぼ全てのアセトンが消失した(図12(a))。一方、ジクロロメタンでは、80%程度が消失したが、トルエンやアセトンと比べて消失率は低かった(図12(b))。この理由として、ジクロロメタンは有機塩素系溶剤であり、塩素を含まないトルエン、アセトンと比べて分解メカニズムが異なるためと考えられた。



(a) アセトン



(b) ジクロロメタン

図12 条件③によるアセトンとジクロロメタンの分解実験

### 3.4 VOC処理カラムの再生処理

3.3にて、トルエン、アセトン、ジクロロメタンを用いた分解実験を行ったが、これらが完全分解されるとは限らない。また、TiO<sub>2</sub>表面に分解残渣が付着した場合には、TiO<sub>2</sub>の活性サイトが被覆されることで、触媒活性の低下が生じてしまう。そこで、使用したVOC処理カラムを分解処理後に取り出して、再生方法について検討を行った。OH・との反応では、クレゾール、安息香酸やグリオキサールなどの生成が報告されている<sup>7)</sup>。また、ジクロロメタンには塩素原子が含まれるため、仮に完全分解したとしてもH<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>以外の物質が生成する。これらの一部は、これまでの検討で、TiO<sub>2</sub>複合化材料表



面に付着することが分かっている<sup>8)</sup>。そこで、使用後のVOC処理カラムを超純水50mLに浸漬した場合と、浸漬後にUV照射を行った場合とに分けて繰り返し使用を行った。その結果、超純水に1時間浸漬し、水溶性成分を洗浄したのち、殺菌灯(主波長254nm)を1時間照射することで、分解性能が回復することが分かった。

#### 4 まとめと今後の展開

光化学大気汚染の改善のため、VOCsの排出抑制が進められているが、中小規模の施設では、大規模施設に導入される高価かつ分解効率の高い処理装置の導入は困難である。そこで、本研究では、工場内で局所的に利用できるTiO<sub>2</sub>光触媒を利用したVOCs処理方法の検討を行った。

適応箇所としては、使用済みウエス入れを対象とし、構造の検討と分解処理について検討した。その結果、以下のことが分かった。

- ①蓋の開閉方向は横方向へのスライド式が有効であり、更に、開口部を狭くするための遮蔽板を設置することで外部へのVOCs漏洩は大幅に抑制することが可能であった。
- ②遮蔽板によって、廃ウエス入れ上部にバッファー層を設け、層内の空気をVOCs処理装置で分解し、再びバッファー層に戻す方式であれば、外部へのVOCs漏洩は防止できることが分かった。
- ③工場稼働終了後に、VOCs濃度の高い廃ウエス入れ下部から吸引して分解処理すると、トルエン、アセトンでは約8時間後に90%以上が消失した。ウエスの量およびVOCs濃度とそれに見合うVOC処理カラムの数などを最適化することで、工場内では、夜間に廃ウエス入れ内のVOCsの分解処理を行うことが可能と考えられた。

本研究は、実験用廃ウエス入れを用いたものであり、工場内で用いるには、現場での適用性を評価する必要がある。また、平成25年3月に本成果を基にした特許を出願した<sup>9)</sup>。現

在審査請求中である。

#### 文 献

- 1) 船越吾朗(2017)最近の光化学大気汚染について, 大気環境学会環境大気モニタリング分科会第40回研究会講演資料, p.1-7.
- 2) 厚生労働省(2013)「印刷事業場で発生した胆管がんの業務上外に関する検討会」の報告書及び今後の対応について, 報道発表資料, 平成25年3月14日 (<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002x6at.html>)
- 3) A. Fujishima and K. Honda (1972) Electrochemical Photolysis of Water at a Semiconductor Electrode, *Nature*, 238, 37-38.
- 4) 藤嶋昭, 橋本和仁, 渡部俊也(2000)光触媒のしくみ, 日本実業出版社.
- 5) S. Yonemochi, T. Kondo, S. Kubo, M. Kawasaki and T. Nagoya (2007) Construction of fine metallic lattice framework by magneto-plating, *Chem.Lett.*, 36(4), 492-493.
- 6) S. Yonemochi, A. Sugiyama, K. Kawamura, T. Nagoya and R. Aogaki (2004) Fabrication of TiO<sub>2</sub> composite materials for air purification by magnetic field effect and electrocodeposition, *J. Appl. Electrochem.*, 34 (12), 1279-1285.
- 7) 中西準子, 岸本充生(2005)トルエン—詳細リスク評価書シリーズ3, 丸善, p.18-19.
- 8) 米持真一, 久保史織, 名古屋俊士(2006)ネオジウム磁石を利用した光触媒材料の作製と活性評価, 作業環境, 27 (4), 65-72.
- 9) 特願2013-58290「収納容器」(出願日平成25年3月21日, 発明者:米持真一, 名古屋俊士, 西脇泰二, 曾根倫成, 吉野正洋).

### Development of reduction method of volatile organic compounds that is available to topical emission sources in a factory

**Shinichi YONEMOCHI, Natsumi UMEZAWA, Kouki SASAKA, Syogo NOBUTA, Toshio NAGOYA, Masahiro YOSHINO, Tadanari SONE and Noriko TSUCHIYA**

#### Abstract

Photochemical air pollution is the most serious problem in Saitama prefecture in Japan. Reduction of volatile organic compounds (VOCs) emission has been conducted in order to improve the pollution. We focused to trash boxes for waste cloths after wiping as a topical VOCs emission sources in small to medium-sized paint and printing factories. We evaluated its construction and VOCs degradation with a VOCs decomposer developed using TiO<sub>2</sub> composite material with original lattice framework. Construction was optimized and effective method without VOCs emission was obtained.

**Key words:** Volatile organic compounds (VOCs), TiO<sub>2</sub> photocatalyst, small to medium-sized factories, decomposition, trash box for waste cloth

[資 料]

## 埼玉県へ1980年代前半に移入された侵略的外来種無脊椎動物 リンゴガイ科スクミリンゴガイの現況について

金澤光

### 1 はじめに

スクミリンゴガイ(*Pomacea canaliculata*)は、軟体動物門腹足綱盤足目リンゴガイ科に属する南米産の淡水巻貝である。ジャンボタニシの名前で1971年にエスカルゴブームに乗り、台湾から日本に食用として持ち込まれた(図1)<sup>1)</sup>。



図1 スクミリンゴガイ

農作物に対する被害がはじめて確認されたのが1984年で、三重、熊本、鹿児島県でイネ、沖縄県でイグサであったとされ、1985年には長崎を除く九州各県と沖縄で被害が認められた<sup>1)</sup>。その後は九州を中心に太平洋沿岸地帯の暖地、温暖地の水田に広く分布した。また、食用販売を目的に養殖業者による大量増殖が始まったが消費者の嗜好にあわなかったことで、放置され野生化したという<sup>2)</sup>。

本種は雌雄異体で、鰓と肺様器官を持ち、水中では鰓呼吸、空気中では肺呼吸する。氷点下の低温には弱い。乾田や非灌漑期の水のない水路では土にもぐり、口蓋を閉じて代謝を下げて耐えることができる。雨の日などは畦も横断する<sup>3)</sup>。産卵は夏頃で2年まで生きる<sup>4)</sup>。

本種は、水生植物を食害し、生態系や農業に被害を及ぼすおそれがあることから国際自然保護連合(IUCN)の「世界の侵入外来種ワースト100」<sup>5)</sup>及び、日本生態学会の「日本の侵略的外来種ワースト100」<sup>6)</sup>に挙げられている。さらに、2005年6月に外来生物法が施行されて10年、生物多様性条約第

10回締約国会議(COP10)の目標の実現に向けて、我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれがある外来種リスト(生態系被害防止外来種リスト)では、本種は「重点対策外来種」として公表された。このリストの本種の選定理由は、生態系被害のほか、人体や経済・産業に大きな影響を及ぼすもの、定着段階は分布拡大期～まん延期、対策優先度の要件は、被害の深刻度が人の生命・身体や農林水産業等社会経済に対して甚大な被害を及ぼすとされ、対策の必要性が高いとされている<sup>7,8)</sup>。



図2 スクミリンゴガイの卵塊

1983年には、熊谷市(旧妻沼町)、東松山市の養魚農家の池で飼育されており、養魚池の壁に生み付けられたピンク(鮮紅)色の卵塊をわけて、各地へと分散されたと考えられる(図2)。飼育は容易であるが、堅い鮮紅色の卵塊からふ化した稚貝が水に落ちることができる条件が必要である。飼育をする際の餌はキャベツなどの野菜で、当時は、越冬させるために池にヒーターを入れて暖めたり、温室で飼育が行われていた。県内には、数カ所の民間養殖場が設立されたが、食材として普及するまでには至らなかった。各地で飼育された個体が逸出し、稲作などに食害の被害はあった。県病害虫防除所によると現在、水田で野生化した本種は、さいたま市西区、加須市北下荒井、熊谷市八ツ口、吉見町江和井と春日部市増富の遊水池で確認されている<sup>9)</sup>。一部の地域でのみ発生を確認しているが、定着すると毎年発生を繰り返すことから駆除する必要があるとされ、病害虫防除情報として、



2016年度末にもイネへの本種の防除を放置すると幼苗への食害で大幅な減収が発生することから駆除するように発表されている<sup>10)</sup>。本種は、本県に持ち込まれて30年以上が経過しているが、未だに、一部の地域でのみ発生が確認されており、イネへの被害をおよぼしている。本報告では、水田以外に野生化した本種の現況を調査したのでその概要を報告する。

## 2 調査方法

### 2.1 調査期間

2015～2016年度。

### 2.2 調査対象水域

農業用水路等で冬季でも通水している水域、もしくは止水水域で乾田化しない地域の農業用水路及び1980年代に養魚農家があり、近隣地に本種が野生化できる水路がある場所を中心に、目視調査を行った(表1)。

### 2.3 コドロード調査

調査は地点No.1でのみ実施した。生息地に0.5m四方の枠を設置し、コドロード法により枠内の貝を全て採集した。外部形態から本種と在来のヒメタニシに区分し、種ごとに殻高ならびに殻幅を計測した。生息密度は1m<sup>2</sup>あたりに換算した。

## 3 結果及び考察

生息確認年月日、生息地、生息状況を表1にまとめた。No.1の生息地は、農業用水路で水源は川から導水している。冬季に水が溜まっている場所は少ない。この生息地周辺では1980年代に養魚農家へ本種が持ち込まれ飼育していた。その後、その養魚農家の周辺では継続的に繁殖が繰り返されたといわれ、2006年に県民からの情報で繁殖を確認した。また、大型コイ科魚類、スッポン等の天敵による捕食は確認できなかった。生息範囲は今回の調査では最も広く、分布していた。U字溝水路のほかに素掘りの用水路でも生息が確認された。乾燥した水路では日影や暗渠に蟄集していることも多く、周囲が乾燥しても、夜露や降雨で越冬できる。(図3)。冬季の干上がった水路で確認した個体の一部はへい死したものであった。2015年12月19日に採集した個体から、本種(n=18)の殻高は9.68～36.2mm(平均19.65mm)、殻幅は8.22～32.11mm(平均16.86mm)、ヒメタニシ(n=21)の殻高は11.5～25.4mm(平均14.35mm)、平均殻幅は8.92～17.52mm(平均11.11mm)であり、平均殻高、平均殻幅共に本種の方が在来のヒメタニシよりも大型であった(図4)。本種は在来のヒメタニシに比べると成長が早く、夏に発生した個体は冬には殻高10～30mmに成長するという<sup>4)</sup>。2015年12月19日のコドロード調査により得られた1m<sup>2</sup>あたりの本種の生息密度は72個体、ヒメタニシが84個体、本種の大型巻貝に占め

表1 スクミリンゴガイの生息状況

地点No.	生息確認年月日	生息地、生息状況	稚貝、成貝の有無
1	2006年7月11日	熊谷市上須戸の農業用水路 県民からの情報で生息を確認。在来種のタニシと混生して生息。	成貝、稚貝多い。卵塊確認。
	2015年7月25日	生息を確認。	
	2015年8月29日	生息を確認。	
	2015年12月19日	生息水路の浚渫が行われた。	
	2016年8月6日	土用干しで減水時に前年並みの個体数が確認された。	
	2016年10月22日	落水後、生息確認。	
2	2015年12月6日	富士見市南畑新田の南畑大排水路 成貝も多くはない。越冬場所は水路内に積まれたブロックのすき間で行われていた。稚貝確認できない。	成貝少ない 稚貝いない 卵塊痕有
	2016年8月23日	台風の洪水で排水路が溢れ、道路にまで本種が流れ出していた。	
	2016年12月24日	生息確認。	
3	2016年7月6日	所沢市山口の柳瀬川源流 源流部で大型個体が確認された。在来のタニシが確認できない。 2016年12月11日に源流部から高橋間踏査、下流への移動を考慮して、北川が合流する二瀬橋まで徒歩で目視調査したが生息は確認できなかった。	成貝のみ 卵塊痕なし



図3 乾燥する用水路で越冬する個体



図4 採集した本種(上段)とヒメタニシ(下段)



る生息割合は46.2%であった。この時の土温(深度10cm)は午前10時44分の測定で2.4℃であった。通水期の2015年8月29日の生息密度は同1m<sup>2</sup>あたりの本種は56~60個体、ヒメタニシが112~116個体で、本種の同生息割合は33.3~34.1%



図5 通水期の用水路壁面に付着する本種であった(図5)。冬季は通水期に用水の壁面に付着している個体が川底に移動することから生息密度が高くなったと考えられた。2015年の冬季に用水路の浚渫が行われたが、2016年8月6日には前年と同程度の生息密度で同1m<sup>2</sup>あたりの本種は60~64個体、ヒメタニシが116~120個体であった(図6、7)。この生息地では、本種の個体数は減少が見られていない。在来種のヒメタニシも同様な状況であり、生息密



図6 No.1生息地の浚渫

度では在来種のヒメタニシが半数以上占めており、本種に駆逐される傾向は見られなかった。また、この生息環境は田園地域に残された二次的な自然環境であり、現状の水稻が継続されることで、本種や在来種のヒメタニシ等の巻貝にとって良好な生息環境が維持されている可能性が考えられる(図8)。

No.2の生息地は、びん沼川から流れる排水路で、冬季には所々に水溜まりがある。本種の卵塊痕が確認された(図9)。生息地はコンクリートの三面張りの排水路で、本種は落水後に乾燥した土に潜り、越冬しているのではなく、排水路の一部の川幅が拡張された場所に設置されたブロックのすき間で殻表面が乾燥した越冬個体が確認された(図10)。そ

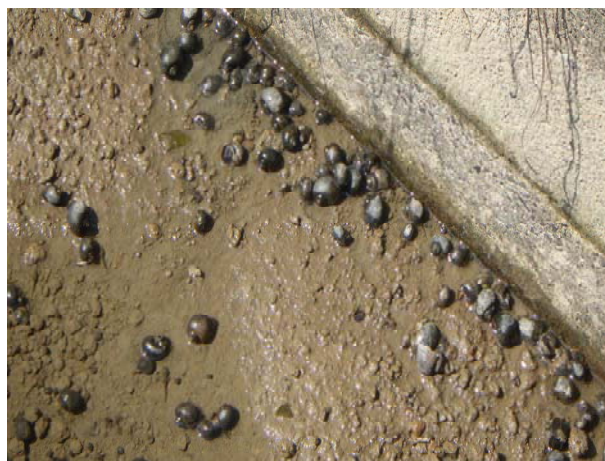


図7 No.1生息地の浚渫後の土用干しで落水した用水路



図8 通水期の生息地



図9 用水路の壁で見つけた卵塊痕

のためコドラー調査が行えなかった。2015年12月6日に採集した8個体は、成貝5個体(殻高:26.88~43.15mm(平均34.46mm)、殻幅:22.2~38.91mm(平均31.24mm))、死貝3個体(殻高:47.11~30.28mm、殻幅:45.1~27.13mm)であった。この生息地は2015、2016年に続けて生息が確認された。

No.3の生息地は、柳瀬川の源流で狭山湖の絞り水が水源となっている。2016年7月6日の源流部の調査では水生植物が豊富で生息環境は良好であった(図11)。下流に下ると左岸から排水が入り込み、ここから下流では生息は確認できなかった。コドラー調査は行っていないが、生息範囲は源流





図10 No.2生息地の越冬個体発見場所



図11 柳瀬川源流で確認された個体(佐藤正康氏提供)



図12 柳瀬川源流の生息環境

から下流約100m間であった。2016年12月11日の調査では源流部から下流400m区間を踏査したが、確認できなかった(図12)。源流部にはアライグマの足跡が無数確認されたが、殻の残骸がなく、本種の生息を確認できなかった原因は明らかではない。この調査地点から川沿いを下り、目視可能な橋

から調査し、北川が合流する北秋津の二瀬橋までの約7kmを踏査したが確認できなかった。ここは2008年に魚類等多様性モニタリング調査で踏査し、生息を確認していない水域であり、人為的に移殖が行われた可能性がある。

今回の調査では、3カ所の地域で生息を確認した。そのうち、1地域では定着は確認できなかった。他の2地域の生息範囲も限定的であり、狭い範囲であった。本種は、分布拡大期からまん延期であるとされている<sup>8)</sup>が、本種が雑草駆除の目的で水田に放逐された事例<sup>11)</sup>もあることから、本県においても継続的なモニタリングと県民からの生息情報を得ながら駆除することが重要である。

## 謝 辞

最後に、水田の生息情報を提供して頂いた埼玉県病害虫防除所、調査協力と写真提供して頂いた佐藤正康氏(南畑大排水路、柳瀬川)に記して感謝の意を表する。

## 文 献

- 1) 平井剛夫(1989)スクミリンゴガイの発生と分布拡大, 植物防疫, 第43巻, 第9号, 498-501.
- 2) 大隈光善, 福島裕助, 田中浩平(1994)スクミリンゴガイの水田雑草食性と水稻苗の食害防止, 雑草研究, Vol.39(2), 109-113.
- 3) 国立環境研究所侵入生物DB, スクミリンゴガイ, <http://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/70310.html>. (2017年4月2日閲覧)
- 4) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター, スクミリンゴガイ 生態, <http://www.naro.affrc.go.jp/karc/applesnail/ecology/024918.html>. (2017年4月2日閲覧)
- 5) IUCN日本委員会, 外来侵入種ワースト100, <http://www.iucn.jp/species/376-worst100.html>. (2017年4月2日閲覧)
- 6) 日本生態学会編(2002)外来種ハンドブック, 地人書館, p.360.
- 7) 環境省外来生物法, <https://www.env.go.jp/nature/intro/loutline/actionplan/koudou.html>. (2017年4月2日閲覧)
- 8) 環境省報道発表資料(2015)「我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト(生態系被害防止外来種リスト)」の公表について, <http://www.env.go.jp/press/100775.html>. (2017年4月2日閲覧)
- 9) 埼玉県病害虫防除所(2017)スクミリンゴガイの発生ほ場の概要.
- 10) 埼玉県病害虫防除所(2017)病害虫防除情報, 平成29年3月27日発表資料.
- 11) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター, スクミリンゴガイ ジャンボタニシ除草, <http://www.naro.affrc.go.jp/karc/applesnail/other/025030.html>. (2017年4月2日閲覧)