

# 過酢酸製剤をもちいた サニテーション提案

小津産業株式会社 新事業開発室 テクニカルアドバイザー 大越 俊行

## 1 はじめに

我が国では、塩素系殺菌剤が、主な施設衛生管理の殺菌剤として使われており、食中毒を予防する上で、重要な役割を担っている。現在国内で食品添加物の認可検討が進んでいる過酢酸製剤（Peracetic acid formulation）は海外では食品の表面除菌のみならず、施設の衛生管理の現場においても使用されており、過酢酸製剤で施設全体の衛生管理を行うケースが増加している。

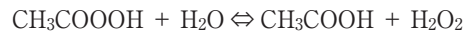
## 2 過酢酸製剤の基本的な組成と化学反応

### 2-1 特性

過酢酸製剤は、過酢酸、過酸化水素、酢酸、オクタン酸、1-ヒドロキシエチリデン-1,1ジホスホン酸（以下、HEDPと省略）を含有する混合物である。場合により、反応物である過オクタン酸を含む。

\*オクタン酸、過オクタン酸は任意

過酢酸は、次式の平衡反応により生成される。



過酢酸は、酸素ラジカルを放出して酢酸に変化する。この酸素ラジカルは酸化力が強く、これが殺菌効果を示し、各種菌に対して効果を有する。

塩素系殺菌剤に対する過酢酸製剤が有する優位性の一つが、有機物接触による失活が少ないことである。図1にその比較を示す。この試験によると、塩素系殺菌剤は、有機物投入直後に失活現象が開始され、これに対して過酢酸製剤にはそのような現象が少ないことが見て取れる。殺菌対象現場に有機物が残っていることを考えれば、この塩素系殺菌剤の失活は問題になる可能性があり、使用除菌剤の失活を加味した濃度設定をしなければならないということになる。

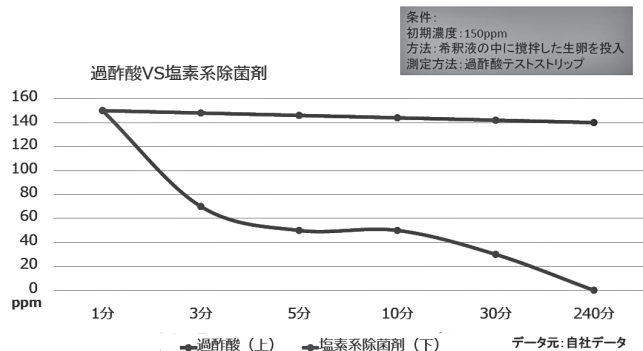


図1 失活グラフ

## 2-2 過酢酸製剤の海外での使用状況

米国では、ビール工場、ワイン工場、乳製品工場などの食品工場でサニテーション用としてすでに多くの使用実績がある。

現在、国内の食品工場で多く用いられているのが熱湯による殺菌だが、この方法では耐熱性のある枯草菌、食中毒を発生するセレウス菌などには効かない。また、施設内で熱湯を使用することにより施設全体にカビが発生するリスクが伴う。

これに対して、過酢酸製剤による殺菌を作業終了時に作業場全体で実施し適度な排気を行えば、効果的な殺菌が行えると共に翌日の朝には全て蒸散、排気されているので、すぐに作業を開始できる、このような点が海外ユーザーから評価され、本殺菌剤の採用実績は年々増加している。

## 2-3 日本での過酢酸製剤の使用実績

現在、日本国内で過酢酸製剤を殺菌に用いている分野としては、医療機器の殺菌、クリーンルーム管理、飲料工場のCIP殺菌がある。医療機器の内視鏡、歯科検診時に口腔内で使用する機器などは、体内で使用することから種々の雑菌が付着するので、機器消毒は欠かせないプロセスである。薬品製造工場では工場内殺菌の手段として過酢酸製剤の空中噴霧を行っており、飲料メーカー等では配管内の殺菌、プラスチック成型物内部の除菌目的に使用されている。

## 3 残留性について

塩素系殺菌剤の場合、除菌を行った後に水洗作業を入れないと、残留した塩化物イオンがステンレス表面の不動体膜を不安定化させ、局部

的に腐食を起こすことが懸念される。多くの食品工場内で使用されている機器の素材はステンレスであることを考えると、使用後の水洗作業は必須作業となる。過酢酸製剤は残留性がない為、使用後に水洗作業が必要ないというメリットがあり、このことで作業終了時の除菌工程が容易になることが考えられる。すでに過酢酸の事例が多くあるアメリカにおいては、作業後に過酢酸製剤を噴霧して、作業終了とすることが日常的な使用方法となっている。

## 4 腐食性

食品を取り扱う場所で使用される機器の多くはステンレス製である。塩素系殺菌剤の懸念としてステンレスに対するダメージが考えられる。そのため、機器寿命に影響を与えないような管理が必要である。これに対して、過酢酸製剤はステンレスを腐食させないという長所を持っている。しかしながら、この製剤は酸化力が強いために鉄、銅、真鍮などにおいては腐食を発生させてしまうため使用上の注意を要する。

## 5 芽胞形成菌に対する効果

芽胞を形成する特徴を持つ菌に対する過酢酸製剤の効果について、表1に示す。芽胞形成菌は、芽胞の状態では熱に強く、通常の煮沸消毒では除去できない。

表1 芽胞形成菌に対する過酢酸の効果

ppm濃度 (v/v%)	曝露時間	試験温度	平均生存数 (cfu/ml)	微生物初期存在数 (cfu/ml)	微生物初期存在数 (log <sub>10</sub> )	log <sub>10</sub> 減少	%減少
391ppm	15秒	46°C	TNTC	8.1×10 <sup>7</sup>	7.91	0	0%
	15秒	60°C	1.2×10 <sup>4</sup>	8.1×10 <sup>7</sup>	7.91	3.83	>99.9%
977ppm	15秒	46°C	0	8.1×10 <sup>7</sup>	7.91	7.91	>99.999%
	15秒	60°C	0	8.1×10 <sup>7</sup>	7.91	7.91	>99.999%

自社テストデータ

芽胞状態は、繁殖環境が悪化した場合に菌がいわば冬眠状態になることである。強固な殻を形成するのでこれを除去するのは難しいとされている。

表1の結果（アメリカ事例）は過酢酸製剤が芽胞形成菌に対しても有効であることを示す。短時間で効果を見るために高濃度での試験を実施したが、977ppmでは温度に拘らず15秒の接触で7桁以上の除去効果が得られる。

このように、短時間で芽胞菌が形成する外郭構造をも破壊することが分かる。

## 6

### サニテーション目的での効果的な運用

過酢酸製剤の効果に大きく関係する要素に関して図2にまとめる。過酢酸の除菌効果はこれ

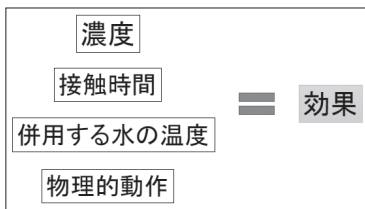


図2 過酢酸製剤運用時のポイント



図3 汚染源対策

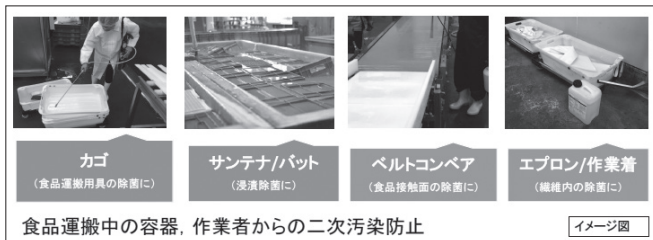


図4 交差汚染対策

らの要素の相乗効果によってもたらされる。現場ごとに変更可能な要素を特定し、それらを調整することで効果の向上が見込まれる。

日本国内の食品加工施設での運用事例を図3、図4に示す。

サニテーションとしての過酢酸製剤の運用は始まっており、現場の衛生レベル向上を考え、各社が使用方法を決定している。サニテーション用で過酢酸製剤を導入するにあたり、下記の点が評価された。

- ・多少汚れが残っている箇所でも効果が期待できる
- ・濃度が下がっていなければ希釈液の再利用ができる
- ・バイオフィルムが除去できる
- ・使用後に水洗する必要がない
- ・ほぼ臭いがしないので現場環境が改善される

現在多くの企業が導入を検討しているHACCPの一環としてCP (Control Point) ,CCP (CriticalControl Point) を過酢酸で対応するケースも増えている。

過酢酸運用においては下記のような装置が使用されることが一般的である。過酢酸自体は水に希釈するだけですぐに使用可能であるが、簡易的に希釈を行う装置が現場では求められる。図5は流量比例で過酢酸原液を装置下部から引き込み、使用時には一定の濃度の過酢酸希釈液が供給できる装置である。通常の水源につながりだけですぐに使用ができ、持ち運んで各施設で運用できる事が利点となる。図6は常に過酢酸希釈液を一定量生成し、希釈液タンクより常に安定した濃度の希釈液を供給する装置である。本装置は希釈液を溜めてから使用する為、濃度の管理がしやすいことが利点となる。

次に、配管、タンク内のサニテーションでの過酢酸製剤運用をイメージした、テスト事例を

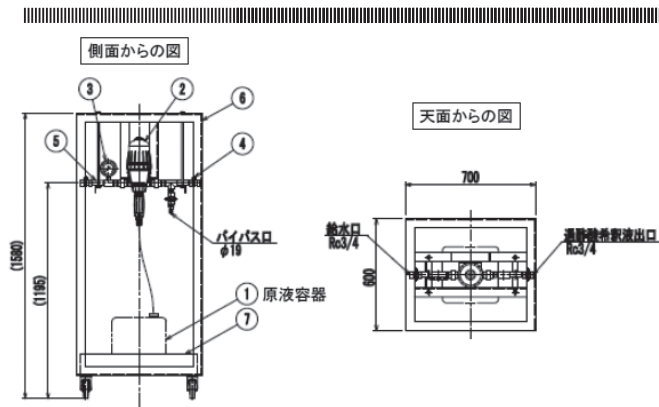


図5 流量比例型 過酢酸自動希釈装置

フローシート

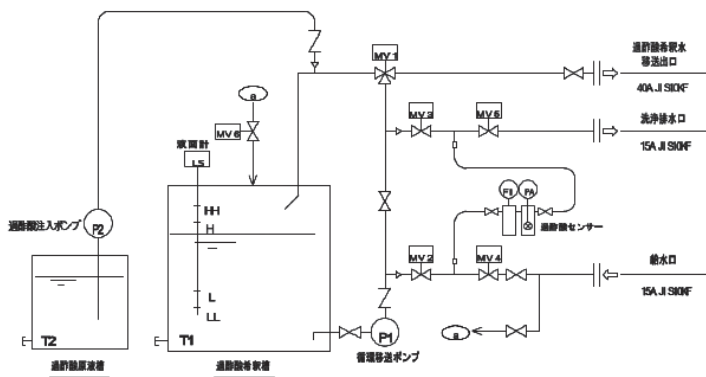


図6 全自動過酢酸希釈生成装置

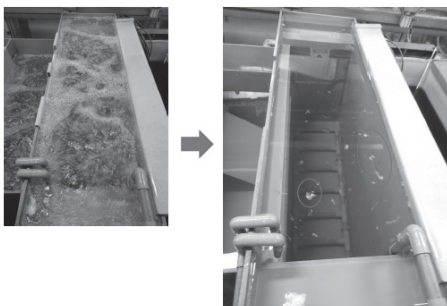


図7 水洗槽のバイオフィーム除去

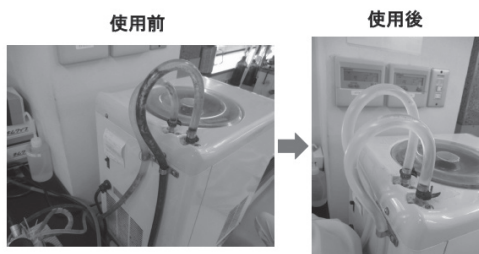


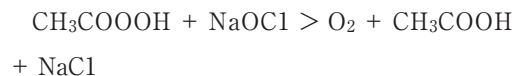
図8 配管、インジェクターのバイオフィーム除去

図7, 図8に示す。図7は、純水を使用しているライン内に設置されている浴槽のバイオフィーム除去テストである。開放系の設備の中で水を使用する場合には空気中の菌が水中に入り込み、見えない部分にバイオフィームを形成する事が考えられる、本テストは作業終了後に過酢酸希釈液を循環させ、バイオフィームを剥離することができた事例である。また、図8は工場内の配管、インジェクター内の清掃、除菌を目的としたテストを行った様子である。配管、インジェクター内に発生したバイオフィームは分解洗浄を行わないと除去することが難しく、衛生管理の課題となっている。また、放置しておくとも食品への二次汚染の原因となり、大きな

リスクになってしまう。本テストにおいて過酢酸希釈液未使用時には配管内面にバイオフィームが存在したが、過酢酸希釈液を循環使用することで、配管内のバイオフィームがきれいに剥離されるという結果が得られた。

## 7 塩素系除菌剤、アルコールとの接触時の反応

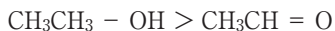
過酢酸製剤希釈液と塩素系除菌希釈液接触時には下記の反応が起こるとされている。



\* 過酢酸希釈液は次亜塩素酸ナトリウムと混ぜると酸素と酢酸と塩になる

また、過酢酸希釈液とアルコールの接触時は

下記のように考えられる。



\*エタノールは酸化されてアセトアルデヒドになる

上記のように、過酢酸製剤希釈液は、現在、現場で使用されている殺菌剤（希釈液含む）と接触した場合にガス等を発生させることはない、しかしながら、併用してしまうと個々の殺菌剤の有効濃度を下げてしまうので避けた方がよい。

また、塩素系除菌剤原液と過酢酸製剤原液が接触した場合は、塩素ガスが発生する恐れがあるので、薬剤保管時には注意が必要である。

## 8 おわりに

食の安全が要求されている現状の中で施設全体の衛生管理はますます重要な要素となってくる。食品表面を除菌した場合においても、それらを加工する施設、加工する機器、加工食品の保管所等の衛生管理がなされていなければ二次汚染が起こり、結果として最終商品の菌数は管理できない。食品製造現場への HACCP の導入が進んでいる中、適材適所で除菌剤を使い分けることが施設全体の衛生管理レベルの向上につながる。既存の除菌剤に加え、過酢酸製剤の長所を理解し、より効果的に、且つ、効率の良い除菌を行うことで日本の食品加工現場の衛生レベルを引き上げられると考える。