

# フード ケミカル

A Technical Journal on Food Chemistry & Chemicals.

月刊

2020

6

422

特集1

## 再評価される乳化剤

特集2

## 次亜塩素酸水の正しい知識と 現場活用



# 次亜塩素酸水を正しく理解して 使用するために

堀田 国元

Kunimoto Hotta

一般財団法人機能水研究振興財団

新型コロナウイルスに対する感染対策として、エタノールと次亜塩素酸ナトリウムが消毒剤として使用されているが、両剤の供給が困難となるに及んで代替品として次亜塩素酸水が、全国各地で自治体や一般市民などにおいて、にわかに爆発的に使われ始めた。

しかしながら、その実態をみると、本来の次亜塩素酸水（酸性電解水）のほかに、次亜塩素酸ナトリウムに酸を混和・希釈した疑似次亜塩素酸水が次亜塩素酸水という名前で出回っており、なかには、次亜塩素酸ナトリウム希釈液そのものが次亜塩素酸水となっているケースもある。また、疑問符のつく超低価

格電解装置が出回っている。さらには、ウィキペディアに次亜塩素酸水に関して間違った書き込みが出現している。そのため、次亜塩素酸水に関する各種の誤った情報が自治体や一般市民に広まり、憂慮される状況になっている。

そこで本稿では、次亜塩素酸水に関する正しい知識について解説する。

## 1. 次亜塩素酸水、次亜塩素酸ナトリウム、疑似次亜塩素酸水の相違

次亜塩素酸水と次亜塩素酸ナトリウムは食品添加物殺菌料に指定されているが、疑似次

表1 新型コロナウイルス対策に使われている殺菌料・消毒剤等の特性

	次亜塩素酸Na	次亜塩素酸水	疑似次亜塩素酸水	消毒用エタノール
認可状況	食品添加物殺菌料	同左	特になし	消毒剤・食品添加物
安全性	原液は危険物	高安全性	不明(高濃度要注意)	引火性
製法	・飽和食塩の電解 ・NaOHにCl <sub>2</sub> 注入	HClまたはNaClの電解	次亜塩素酸Naに酸を混和・希釈	エタノールに精製水を混和
原液濃度	4～12%	10～80ppm	規格なし	76.9～81.4%
使用濃度	100～5,000ppm	同上	規格なし	同上
物性(pH)	> 7.5 (アルカリ性)	6.5以下(酸性)	酸性(規格なし)	中性
主成分	次亜塩素酸イオン	次亜塩素酸	次亜塩素酸	エタノール
基本的使用法	希釈・浸漬	流水洗浄	浸漬	噴霧・擦拭
使用対象: 食材	△	○	×	×
金属	△	△	□	○
非金属	○	○	□	○
環境	△	○	□	○
皮膚	×	○	□	△(手荒れ)
粘膜	×	○	□	×
抗細菌・真菌活性	広範囲	広範囲	広範囲	芽胞菌除き広範囲
抗ウイルス活性				
インフルエンザ	○	○	○	○
ノロ	○	○	○	▽

使用対象: ○使用可, △使用可(食材劣化, 金属錆, 環境負荷問題あり), ×使用不可, □低濃度であれば使用可  
抗ウイルス活性: ○有効, ▽有効性低い

亜塩素酸水（酸性化次亜塩素酸ナトリウム希釈液）に関する物性や規格、安全性に関する公的基準は見当たらない。表1に消毒用エタノールも含めて特徴を要約したが、以下に次亜塩素酸水関連について個別に概説する。

### 1) 次亜塩素酸水 (Hypochlorous acid water)

次亜塩素酸水という名称は、酸性電解水が専用生成装置（電解装置）とセットで、「人の健康を害する怖れがない」という理由で食品添加物殺菌料に指定された際に、国が新規に定めた名称である（2002年）。食品添加物殺菌料の指定は、次亜塩素酸ナトリウムの指定（1950年）以来、半世紀ぶりのことであった。

次亜塩素酸水に関する基本情報は第9版食品添加物公定書解説書<sup>1)</sup>（2019年）に次亜塩素酸ナトリウムの前項として独立に記載されており、次亜塩素酸水は「塩酸又は塩化ナトリウム水溶液を電解することにより得られる、次亜塩素酸を主成分とする水溶液である」と定義されている。希薄な食塩水や希塩酸を電解すると陽極反応で塩化物イオン（Cl<sup>-</sup>）から塩素ガス（Cl<sub>2</sub>）が生成し、それが水分子（H<sub>2</sub>O）と反応して次亜塩素酸（HClO）と塩酸（HCl）を含む酸性電解水が生成する。食品安全委員会での審議終了時点では酸性電解水という名称で認可されることになっていた<sup>2)</sup>が、なぜか官報には次亜塩素酸水という新名称で

掲載されたという経緯がある。

現在、強酸性（pH 2.7以下）、弱酸性（pH 2.7～5.0）および微酸性（pH 5.0～6.5）の3種の次亜塩素酸水が認められている。各次亜塩素酸水の有効塩素濃度は20～60 ppm（強酸性）、10～60 ppm（弱酸性）、10～80 ppm（微酸性）と規定されているが、全体としてみると10～80 ppmである。

生成装置に関しては、食品添加物に指定された際に留意点が示された<sup>3)</sup>。電極は、白金、チタンなどの電極部分が溶出ししないものであること、装置は品質や性能が安定し、長時間の使用に耐え得ることなどが指摘された。これらのことはJIS規格（JIS B 8701）<sup>4)</sup>に反映されている。これらの留意点に対応している生成装置は、機能水研究振興財団発行の電解水生成装置一覧<sup>5)</sup>にまとめられている。もう一つ大事な点は、次亜塩素酸水生成装置からは規定範囲を超えた濃度の次亜塩素酸水は生成されないという点である（図1参照）。

なお、最近、2万円程度の超廉価な電解生成装置が出回っているが、電極などについて上記の付帯条件をクリアできていないかどうか信頼性に大いに疑問符がつく。

次亜塩素酸水は、殺菌基盤である次亜塩素酸の存在比率が高いので、広範囲の細菌やウイルスに対して高い活性を示す。新型

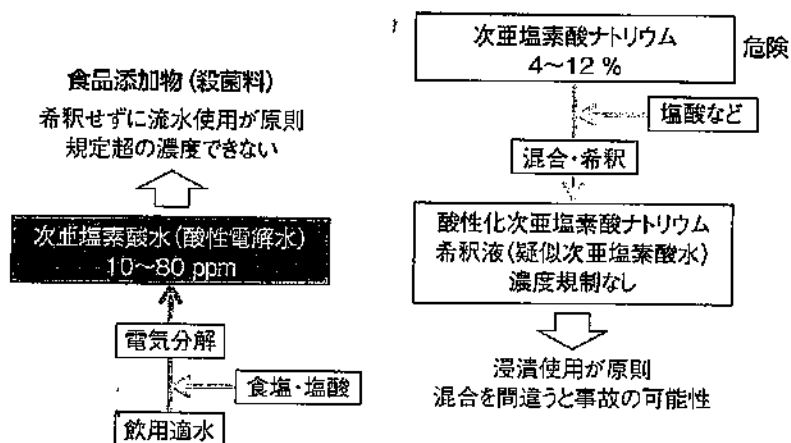


図1 次亜塩素酸水(左)と疑似次亜塩素酸水(右)の製法の相違

コロナウイルスの脅威のなか、製品評価機構(NITE)は経済産業省の要請を受け、有効性の評価を進めており、すでにウイルス粒子構造が類似であることからインフルエンザウイルスに対して試験を行った結果、極めて有効なことが公表<sup>6)</sup>されている。したがって、新型コロナウイルスに対しても有効な結果が出るものと期待されている(本号の刊行時にはすでに結果の公表があると思われる)。なお、次亜塩素酸水の有効性が帯広畜産大学から発表されている<sup>7)</sup>。

殺菌に関連する次亜塩素酸水の特徴は、濃度は低いが活性が高く、かつ安全性が高いことである。ただし、有機物があると即反応して活性が著減するので、有機物汚れを除去してから作用させることが重要である。そのため、流水使用(かけ流しやオーバーフロー)することが原則である。水道蛇口につなが流水型生成装置からは、連続して生成するので流水使用できる。また、大型のタンクに貯水し、そこから配管して流水使用することも可能である。なお、空間除菌などの目的で次亜塩素酸水の噴霧が行われているが、実使用空間での効果については未知数である。

## 2) 次亜塩素酸ナトリウム(次亜塩素酸ソーダ; Sodium hypochlorite)

飽和食塩の無角膜電解、あるいは水酸化ナトリウム(NaOH)への塩素ガス(Cl<sub>2</sub>)ふき込みにより作製される<sup>1)</sup>。強アルカリ性で高有効塩素濃度(4%以上)の製品が市販されている。原液は淡緑黄色を呈しており、塩素臭のある危険物である。食品添加物殺菌料として使用するときは、水で希釈して100~5000 ppmの有効塩素濃度で使用され、広範囲の細菌やウイルスに有効である。新型コロナウイルスに関しては0.05%(500 ppm)でドアノブなどの表面を処理することが厚労省から指示されている。ただし、アルカリ性のため皮膚や目の粘膜を傷めるので、手洗いや噴霧には不向きである。

なお、NaCl水溶液を一室型電解装置で電解して得られるpH7.5以上の電解次亜水が、次亜塩素酸ナトリウムの希釈液と同等性が認められている<sup>8)</sup>。電解次亜水は、有効塩素濃度が30~200 ppmのものが生成するように設計されており、次亜塩素酸水と同様に流水使用が原則である。電解次亜水生成装置は、次亜塩素酸水生成装置と同様の内容を持っているので、JIS B 8701<sup>4)</sup>に組み込まれている。

## 3) 疑似次亜塩素酸水(酸性化次亜塩素酸ナトリウム希釈液)

次亜塩素酸ナトリウムに酸を混和・希釈して酸性化した水溶液が“次亜塩素酸水”の名称で出回っているが、あくまで酸性化次亜塩素酸ナトリウム希釈液であり、本来の次亜塩素酸水とは似て非なる疑似次亜塩素酸水である。最も大きな問題点は、公的な基準がないことである。

厚労省からの通知<sup>9)</sup>では、混合すると化学反応が生じていると考えられることから食品添加物製剤には該当せず、その販売は認められないと記載されている。ただ、次亜塩素酸ナトリウムと酸をセットで販売すること、およびユーザーがそれらを混合して使用することは差し支えないとの見解が示されている。

しかしながら、濃度に触れていないために、本来の次亜塩素酸水の規格濃度(10~80 ppm)よりもかなり高濃度(200 ppm以上)のものも出回っていることが問題である。新型コロナウイルス感染症の拡大に伴って、使用が広がっているが、健康被害(のどや目の痛みなど)に関する問い合わせが機能水財団に多数届いている。

図1に、本来の次亜塩素酸水と疑似次亜塩素酸水の違いを示した。

以上、本来の次亜塩素酸水の正しい知識と使用方法について理解していただけることを切に望みたい。

## 参 考 資 料

- 1) 『第9版 食品添加物公定書解説書』, p.D-981, p.D-990(廣川書店, 2019).
- 2) 厚生労働省医薬局食品保健部基準課: 食と健康, (4), 12-17(2002).
- 3) 厚生労働省医薬局食品保健部基準課長通知: 「食品衛生法施行規則および食品, 添加物等の規格基準の一部改正について」, 食基発第0610001号, 平成14年6月10日.
- 4) JIS B 8701 次亜塩素酸水生成装置: 日本規格協会, 2017年.
- 5) 機能水研究振興財団: 『電解水(次亜塩素酸水ほか)生成装置一覧2020年度版』.
- 6) 製品強化技術機構: 「インフルエンザウイルスを用いた代替消毒候補物資の有効性評価にかかる検証試験の結果について」(2020年4月30日)  
<https://www.nite.go.jp/data/000108456.pdf>.
- 7) 帯広畜産大学広報: 新型コロナウイルスに対する次亜塩素酸水の不活化効果を証明(2020年5月14日)  
<https://www.obihiro.ac.jp/wp/wp-content/uploads/2020/05/act.pdf>
- 8) 厚生省生活衛生局食品化学課長通知「いわゆる電解水の取扱いについて」: 衛化第31号, 平成11年6月25日.

- 9) 厚生労働省医薬食品局即品安全部基準審査課長通知: 「次亜塩素酸ナトリウムに酸を混和して使用することについて」



ほった・くにもと

一般財団法人機能水研究振興財団

1967年 北海道大学農学部農芸化学科卒業。1972年 北海道大学大学院農学研究科博士課程修了。1972年 微生物化学研究所研究員。1983年 米国ロシュ分子生物学研究所客員研究員, 1985年 国立予防衛生研究所抗生物質部室長, 1997年 国立感染症研究所生物活性物質部室長, 2004年 財団法人機能水研究振興財団常務理事。2014年 一般財団法人機能水研究振興財団理事長, 現在に至る。

●主な業績: 中藤ら: 機能水研究, 19-26(日本機能水学会, 2018) / Hotta & Kondo: J. Antibiot, 417-424(2018). / 堀田国元: 月刊 HACCP, 25(11), 40-44(2019). / 堀田国元: 「最新の抗菌・防臭・空気制御技術」 p.13-18(テクノシステム, 2019). / 堀田国元: 月刊フードケミカル, 413(9), 88-92(食品化学新聞社, 2019)

## 円すい・円筒用フードプリンター発売 ヒューコン

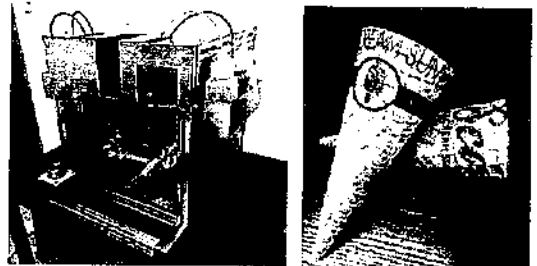
ヒューコンは、業界初となる「円すい・円筒用フードプリンター」を6月1日に発売した。

従来のフードプリンターは、表面が平坦なものにしか印刷ができず、立体的な円すい・円筒の曲面へ印刷することは不可能とされてきた。このたびの新製品は、円すい・円筒の曲面への印刷を行える装置で、アイスコーンやパームクーヘン、ロールケーキなど、曲面の全周に文字やイラストなどを印刷できる。

主な特徴は①アイスコーンなどの外周面への印刷が可能(印刷業界初, 世界特許を申請中), ②印刷データは家庭用プリンターと同じくパソコンで簡単に管理できる(画像編集は一般の画像編集ソフトでOK), ③専用インクにより、発色が鮮やかな綺麗な印刷ができる(インクは天然および合成着色料に対応, 4色をセット可能), ④コンパクト

なサイズで持ち運びが可能(W 500mm × D 600mm × H 600mm, 40kg)など。工場に合わせた専用設計や、生産ラインの自動化など、ユーザーのさまざまな要望にもきめ細かく対応する。

[URL] <http://www.hucon.co.jp/>



アイスコーンプリンターと印刷サンプル

# HACCP運用における 次亜塩素酸水の効果的活用

本間 茂

Shigeru Homma

一般財団法人機能水研究振興財団

## 1. はじめに

先の解説記事にも述べられたとおり、次亜塩素酸水の使用には殺菌対象物が十分に洗浄されていることが前提となっている。繰り返しになるが、対象物が洗浄され、次亜塩素酸水による殺菌処理に十分なだけの清浄度が確保されていることが、十分な殺菌効果を発揮するための必要条件である。つまり、清浄度を管理することと次亜塩素酸水による殺菌は車の両輪であり、清浄度管理に触れずに論を進めることはできない。

清浄度管理はその標準的な手法として食品衛生検査指針<sup>1)</sup>にATPふき取り検査(以降ATP検査)が収載されており、ATP・迅速検査研究会<sup>2)</sup>はこれまで20年にわたり、その理解と普及に努めてきた。この研究会において立石亘理事が行った講演<sup>3)</sup>がHACCPにおける清浄度管理の役割を的確に説明している。については、本稿では立石氏のアプローチに沿う形で「HACCPにおける次亜塩素酸水の役割」と「HACCPにおけるATP検査の役割」を並行して解説する。

後に述べるが、これまでのHACCPに基づく衛生管理では生産に先立つ機器の洗浄・殺菌あるいは原材料の洗浄・殺菌は、一般衛生管理に位置付けられ、いわば“当たり前のこと”として主要な管理項目として扱われることは無かった。しかしながら、ATP検査によ

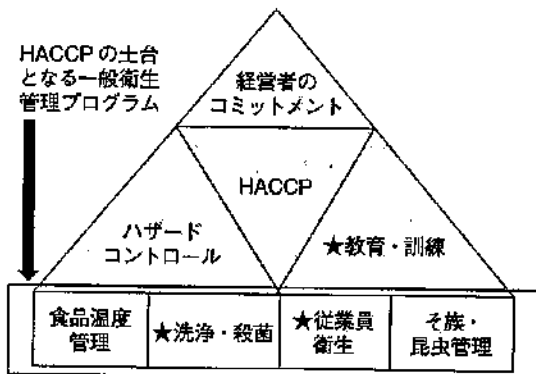
る清浄度管理に裏付けられた次亜塩素酸水の使用は、製造環境と原材料の2つに由来する微生物危害の決定的制御につながる管理手段となり得ると筆者は考えており、そのような視点からの解説を展開したい。

## 2. HACCPにおける清浄度管理と次亜塩素酸水の役割

### 1) HACCPと一般的衛生管理 (PRP : Pre-requisite Program)

2016年に厚生労働省から公表された「食品衛生管理の国際標準化に関する最終とりまとめ」<sup>4)</sup>には、「多くの食中毒の原因が、現在の規制で定められている一般衛生管理の実施不備によるものであり、施設・設備、機械・器具などの衛生管理、食品取扱者の健康や衛生の管理などの一般衛生管理についても着実に取り組んでいくことが、食品の安全性を確保するためには不可欠である」とあり、一般衛生管理(HACCPの土台を為す前提条件プログラム、以下PRP : Prerequisite Program)の重要性が強調されている。

HACCPでは、PRPの位置づけが非常に重要であり、堅牢なPRPを構築できていれば、それだけ食品の衛生管理・安全性確保に取り組みやすくなる。図1はコーネル大学のロバート・グラバーニ博士が作成した「食品安全ピラミッド」と呼ばれる概念図である<sup>5)</sup>。ピラミッドの土台には温度管理、クリーニング



コーネル大学のロバート・グラバー二博士 作成

図1 食品衛生ピラミッド

&サニテーション(洗浄・消毒), 従業員衛生, ベストコントロールなど, いわゆるPRPの項目が並び, そのうえにハザードコントロールと教育・訓練が配置され, それらがHACCPを支える基盤として描かれている。つまり, 「HACCPは単体では(PRPを軽視した現場では)機能しない」ことが表現されている。

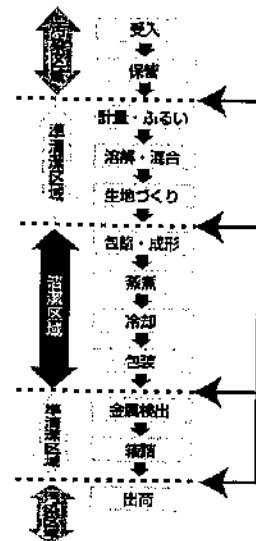
そしてさらに, 仮にHACCPとPRPを実践できたとしても, それだけではピラミッドは完成せず, 頂点に「経営者のコミットメント」があって初めて成立することもまた示されている。

立石氏はATP検査が, このピラミッドにおいて「★」で示した「教育・訓練」「洗浄・殺菌」「従業員衛生」において活躍するものと位置づけているが, 次亜塩素酸水による殺菌操作がここに加わることで, 的確な清浄度管理下で殺菌操作が実施できることになる。

これは, 達成される微生物的清浄性の保証という点で, PRPに位置づけられている従来の「洗浄・殺菌」とは別次元の管理手法となり, “ハザードコントロール”の一手法として位置付けてよいだろう。

## 2) PRPにおけるATP検査と次亜塩素酸水の役割

HACCPは, 図2に示すような簡略化された製造工程図(フローダイアグラム)を作成し, 工程に沿って危害要因分析(HA)を行い,



厚生労働省「食品製造のためのHACCP入門のための手引書(生菓子編)」<sup>6)</sup>より引用

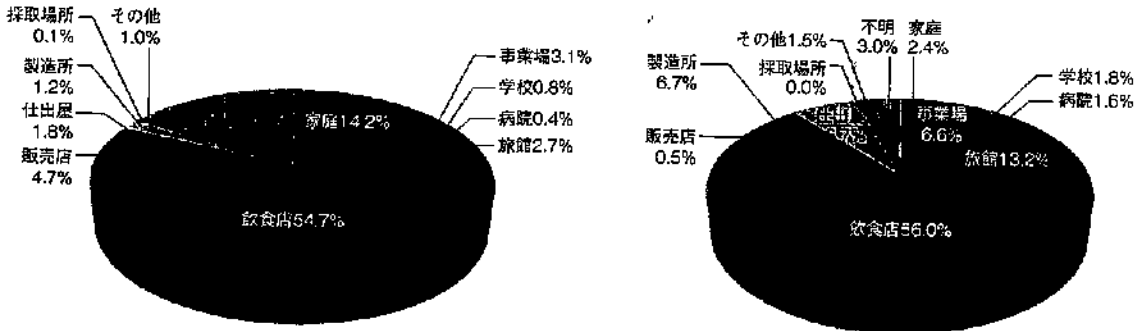
図2 生菓子製造工程図(フローダイアグラム)例

その結果として, 食品の安全性を確保する上で, 絶対に管理を怠ってはならない工程をCCP(必須管理点, 重要管理点)に設定し, 許容限界(Critical Limit)として定めた基準値からの逸脱がないように管理する手法である。

そのため, 工程で管理できない(工程図に載らない)危害, 例えば, 施設や装置, 器具などの洗浄・消毒, 防虫・防対策, 装置や器具などの保全(メンテナンス), 個人衛生(手洗いの励行, 従事者の健康管理など)といった衛生管理項目は, 食品安全を確保するうえで重要な項目ではあるがHACCPではなく, PRPで管理することになる。

## ●ATPでモニタリング, 次亜塩素酸水でとどめを刺す

ATP検査は, 主に施設・設備や機械・器具, 従事者の手指などの清浄度確認に用いられ, 結果がその場で数値化されることから, 衛生教育に活用することも可能である。すなわち「PRPのモニタリングや検証, 加えて教育・訓練のツール」ということになる。ここに次亜塩素酸水が加わると, その役割は清浄性が確認された機器や作業従事者の手指の殺菌と



厚生労働省薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会食中毒部会配付資料(2020年3月17日)より引用

図3 令和元年 原因施設別食中毒発生状況

いうことになる。ATP検査により清浄性が管理され、十分に有機物の減少した機器や手指に対して有効塩素濃度が管理された次亜塩素酸水をふんだんに使用する結果、食品加工機器や作業員手指に由来する微生物危害のリスクは大幅に減少することは間違いない。

### 3) 多くの事故はPRPの不備が原因

ここで強調したいのは、「PRPの中にも、食品安全の確保においてきわめて重要な項目がある」という点である。図3は令和元年の食中毒の原因施設別の割合である。件数の約6割、患者数の7割以上が飲食店や仕出し屋、旅館などで占められていることに注目いただきたい。

その主な原因としては「不十分な手洗い」や「不十分な洗浄」などが挙げられ、「二次汚染の予防を徹底すること」で回避できた食中毒事例も多いと考えられる。

事実、表1～2に過去に発生した「PRP実施の不備による食中毒事例」を紹介したが、2017年に発生した刻み海苔による大規模なノロウイルス食中毒の原因は個人衛生管理の不備であり、これはまさにPRPで管理すべき項目である。このような事例からもPRPの徹底が多くの食中毒事故防止に繋がることから、ATP検査+次亜塩素酸水の活躍の場は広い。

## 3. 食中毒予防3原則と5S/7S

### 1) 飲食店では「つけない」対策が重要

今年から本格運用の始まるHACCP制度化にあたって、飲食店は従来より「HACCPに基づく衛生管理(旧称:基準A)」の適用は難しいといわれてきた業種であり、より簡易な「HACCPの考え方を取り入れた衛生管理(旧称:基準B)」が適用される。

表1 手洗い不十分が指摘されたノロウイルス食中毒事例

<p>【発生状況】 2014年, 患者数1,271人                  【原因食品】 パン                  【原因などの考察】                  (パンの製造施設では) 検便, 毎日の健康チェック, 専用の作業着や使い捨て手袋の使用といった基本的な衛生対策はとられていた。しかし, 不十分な手洗いによる手袋の汚染, 手袋交換の頻度が少なかったことによる汚染の拡大, 作業着が不衛生であったことによる汚染等により食中毒が発生したと推測された。                  今回, 製造時に従事者の中で体調不良者がいなかったことから, 不顕性感染については特に注意が必要であり, 常に従事者に不顕性感染者がいることを前提とした食中毒防止対策を徹底していくことが重要であろう。                  (国立感染症研究所ホームページより)</p>
---

表2 調理器具(ミキサー)洗浄不十分が指摘されたサルモネラ食中毒事例

<p>【発生状況】 1997年, 患者数501人                  【原因食品】 ビーナッツ和え                  【原因などの考察】                  給食センターで「ビーナッツ和え」の調味液を混和するために使用したミキサーは, 2日前に「中華スープ」の食材である鶏卵(約700個)の攪拌に用いられており, さらに前日には, シチューのルウを溶かすために使用している。このミキサーは羽根の部分が分解できないため, 使用後の洗浄・消毒が不完全のまま, 鶏卵中に存在していた食中毒菌(サルモネラ・エンテリティディス)は, 非加熱食材の調味液を調理するまでの2日間, ミキサー中に残存していたと推察された。                  (文部科学省ホームページより)</p>
--



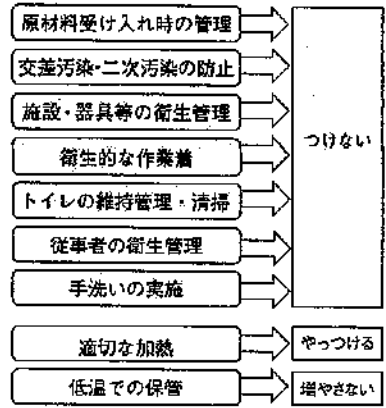


図4 (左) 飲食店における食中毒発生防止の取り組み (厚生労働省作成リーフレットより一部抜粋)  
<http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzentanbu/0000145488.pdf>

図5 (右) 飲食店における衛生管理計画の考え方。食中毒予防3原則をベースに考えることが可能  
 ★9項目のうち、グレーに塗った5項目はATP検査と次亜塩素酸水の利用が効果を発揮すると考えられる。

図4は厚生労働省がウェブで公開している「あなたのお店は大丈夫？ 衛生管理を『見える化』しませんか？」と題するリーフレットからの抜粋である。この図でも過去に飲食店で発生した食中毒の原因を大きく9項目に分類し、微生物に起因する食中毒を予防するためには、食中毒予防の3原則（つけない、増やさない、やっつける）で対応が可能なが明記されている。

ここで、飲食店における食中毒の発生原因（9項目）と、その予防に最も効果的と考えられる食中毒予防3原則を、図5のように対応させると、「微生物をつけない」ための対策が、施設内で大きなウェイトを占めていることがわかる。ATP検査によって、これらのPRPが適切に行われたか否かを現場で定量的に判断し、そしてこれに次亜塩素酸水の使用を加えることで微生物危害そのものを抑制し、二次汚染による食中毒リスクを大きく減少させることにつながる。

## 2) 5S/7SにおけるATP検査と次亜塩素酸水

食品施設における衛生管理の基本的な活動の一つに5S（整理、整頓、清掃、清潔、しつけ）と、これに洗浄と殺菌を加えた7Sがあり、厚生労働省の「HACCP導入の手引書」にも業種を問わず5Sの考え方が紹介されている。

そのなかの「食品取扱い設備などの衛生管理」の項で、機械・器具について「まずは『見た目』がきれいなことを基準とし、次に残さや菌が残っていないことをATP検査や微生物ふき取り検査で確認しましょう」と、ATP検査の有用性が紹介されている。洗浄後の清浄度確認にATP検査を導入すると、洗浄結果が数値で判断できるので、「清浄か否か?」を検査員の主観を交えずに決定でき、衛生管理の見える化につながる。

単に「キレイにする」だけでなく、数値目標を目指した活動として5S/7Sを実行するツールとしてATP検査は位置づけられる。同じ理由から、文部科学省が作成した「調理場における洗浄・消毒マニュアル (Part2)」<sup>7)</sup>でも、第4章「洗浄・消毒の評価の方法」においてATP検査や微生物ふき取り検査の有用性が紹介されている。

ここで微生物ふき取り検査が推奨されるのはATP検査だけでは微生物が生残していない保証が得られないためである。ATP検査は大変感度が高いが、その感度を持ってしても食品残渣などの有機物が存在しななかで、微生物のみを検出することは困難である。一方、次亜塩素酸水はこのような有機物が十分除去された環境で使用される

ことで、その活性を微生物に集中させ、“殺菌”を完璧なものにすることができる。つまり、7Sの眼目である「洗浄・殺菌」において、ATP検査と次亜塩素酸水はまさに“車の両輪”として機能するといえるだろう。

ATPで清浄性を確認したうえで次亜塩素酸水を使用するアプローチは消化器内視鏡（いわゆる胃カメラ）の洗浄消毒分野において既に一般化しており「機能水による消化器内視鏡洗浄消毒器の使用手引き」<sup>8)</sup>としてガイドライン化されている。

#### 4. ISO 22000におけるATP検査と次亜塩素酸水の活用

##### 1) OPRPへのATP検査と次亜塩素酸水の活用

HACCPをベースとした食品安全マネジメントシステム規格であるISO 22000が、一昨年10年ぶりに改訂された。この規格には従来のHACCPにはなかった管理手法として、オペレーションPRP (OPRP: Operational Prerequisite Programs) という考え方が取り入れられている。(一財)食品産業センターの同規格解説書では、OPRPについて以下のように説明されている<sup>9)</sup>。

前提条件プログラム (PRP) という幅広い全般的な管理事項の中で、特に各工程における工程管理とサニテーション管理に大きく係わる管理事項に対して、OPRPというカテゴリを設定した。

- そのうえでOPRPを、
1. 製品または加工環境へのハザードの混入および/又は汚染することを管理するために、
  2. 製品または加工環境でのハザードの増加しやすさを管理するために、必須のものとしてハザード分析によって明確にされたPRPと規定した。

すなわち、OPRPはPRPに比べ若干レベルアップした管理レベルを要求しており、ハザード分析によってOPRPが明確になった場合、そのプログラムは文書化しなければならないし、管理対象となるハザード、管理手段、モニタリング手順、適切に管理されていないことが判明したときの修正および是正処置、責任および権限並びにモニタリング記録に関する情報を含めておかなければならない。

前述の説明ではわかりにくいですが、全国菓子工業組合連合会のウェブサイトには、「低コストでの導入とHACCPの導入事例」に、ATP検査をOPRPに設定する事例として、「精肉パック施設におけるスライサー」「弁当製造施設における盛り付け前の弁当容器の内側」「惣菜製造施設における加熱調理後のパッケージ工程で食材が接触する箇所」など、具体的な例が挙げられている<sup>10)</sup> (表3)。

要するに「主要な危害要因が微生物の二次汚染である場合に“洗浄・殺菌工程”をOPRPとし、そのモニタリング手段としてATP検査が使える」ということと筆者は理解している。ここには殺菌方法についての具体的記述はないが、有効塩素濃度をモニタリング項目とした次亜塩素酸水による殺菌処理により、盤石な管理が行えることは容易に想像がつくであろう。

##### 2) 次亜塩素酸水でCCPを管理できるか?

前項ではPRPの管理手段としてATP検査+次亜塩素酸水による殺菌が有効に機能すると述べたが、ここでは一步進んでCCPの管理手段としての可能性について考えてみたい。

HACCPにおいて、食材そのものに存在する微生物危害の制御がCCPとして設定され

表3 OPRP (オペレーションPRP) の例

業種事例	工程・場所	危害	対策	作業頻度	対応種別	管理基準	監視測定方法
と畜場	製品(枝肉) 冷蔵庫	細菌増殖による鮮度劣化	温度監視	毎日	OPRP	5℃以下	庫内温度計
魚介類加工	貝むき身 冷却・洗浄チラー水	細菌増殖による鮮度劣化	温度監視	毎日	OPRP	5℃以下	水温計
精肉パック	スライサー	洗浄不足による細菌汚染	正確な洗浄	毎日	OPRP	ATP: 200 RLU以下	ATP測定器
弁当製造	盛り付け前の弁当容器内側	洗浄不足による細菌汚染	ATP検査	毎日	OPRP	ATP: 200 RLU以下	ATP測定器
惣菜	加熱調理後、パッケージ工程の食材が接触する場所	洗浄不足による細菌汚染	ATP検査	毎日	OPRP	ATP: 200 RLU以下	ATP測定器

るのはごく普通であり、その管理は危害微生物の増殖抑制あるいは殺滅によって行われる。前者は温度/pH/気相制御など複数の手段が採用されるが、後者はそのほぼすべてが加熱殺菌によって行われているのが現状であろう。

なぜかといえば、その手段である熱エネルギーが(当たり前だが)食材に残留しないこと、殺菌対象にあまねく行きわたること、殺菌対象微生物を取り巻く物質(=食材そのもの)がどのような性質のものであれ、予備試験によって十分な殺菌条件を設定することができ、しかも長年にわたるデータの蓄積から導くことで、その予備試験も不要になる場合が多いことなどが理由として挙げられるだろう。

一方で、次亜塩素酸水がその代替手段となるかといえば、結論的にはNoと言わざるを得ない。食材への残留性がなく、その安全性が十分に確認された食品添加物ではあるものの、殺菌活性は有機物の存在によって容易に失われてしまい、食材内部にまでその殺菌効力を及ぼすことは不可能である。しかしながら、われわれの日常に普通に存在する生で喫食する食材に目を向けると状況は大きく変化してくる。

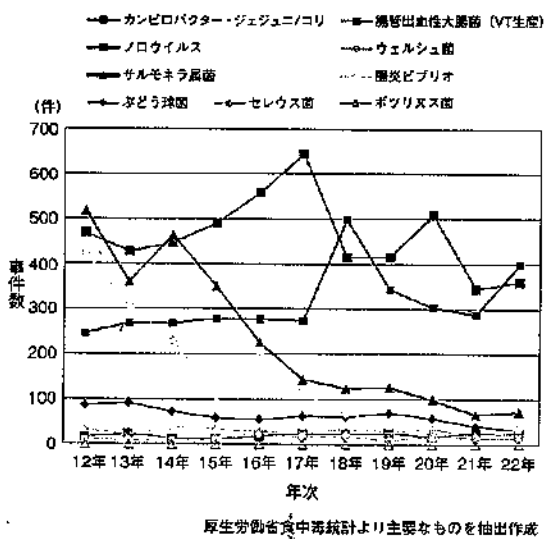


図6 食中毒発生状況の推移 (細菌・ウイルス別 事件数, 食品安全委員会)

### 3) 生食文化を護る次亜塩素酸水

図6は平成10年からの食中毒の発生件数の推移を原因微生物別に食品安全委員会が整理した資料である。平成10年に年間800件を超えてワースト1であった腸炎ビブリオ食中毒がその後の10年で急激に減少していることが見て取れる。これは2001年に制定された生食用魚介類の規格基準<sup>11)</sup>に汚染菌数の上限値が設定され、清浄な取り扱いを義務づけた加工基準に盛り込まれた、腸炎ビブリオに殺菌的に働く真水での洗浄が一般化したこともその一因と考えられている。

生食を前提とする魚介類に対してCCPの管理手段として加熱殺菌を行うのはナンセンスであり、これが「HACCPでは刺身は食べられない」といわれる理由であるが、管理手段に限られるなかで腸炎ビブリオ食中毒の劇的な減少が実現できたことは、CCPによらないPRP/OPRP管理のみでも食中毒抑制が可能であることを示している。

事実カット野菜工場では、原材料の前処理段階での洗浄・殺菌に次亜塩素酸水が用いられ、微生物汚染レベルの抑制とともに日持ち向上にも貢献していることは、似て非なる「次亜塩素酸ナトリウム溶液」とは大きく異なる事実である。

検証を行いつつ進めていかなければならないが、次亜塩素酸水が正しく使用され「生食用食材のPRP/OPRP管理には次亜塩素酸水使用があたり前」の状況に近い将来実現することを筆者は期待している。

### 5. おわりに

次亜塩素酸水の殺菌効果は事前の洗浄なしには得られないことから、清浄度管理ツールであるATP検査と並行的に扱いながらHACCP運用での役割を論じてきた。とかくひとかたまりの作業として捉えられている洗浄・殺菌をしっかりと区別し、それぞれの工程で定量的数値確認を行うことで、PRP/

OPRPの管理に利用できることを解説した。

次亜塩素酸水の殺菌活性をCCPの管理手段とすることは、CCP管理の定義に阻まれるため困難である。しかしながら、生食を前提とする食材加工、飲食店での調理、調理済み惣菜の流通・消費等々、CCPの設定困難な工程は多く、ATP検査+次亜塩素酸水処理をPRPとする意義は大きい。

さらにFrom Farm to Tableに象徴されるフードチェーン全体に視野を広げれば、清浄度管理+次亜塩素酸殺菌の活躍の場は無限ともいえるだろう。

ATP・迅速検査研究会 (<https://atp-jin.sokukensa.com/>), 機能水研究振興財団 (<http://www.fwf.or.jp/>), それぞれのウェブサイトから、ATP検査機器あるいは次亜塩素酸製造装置を取り扱っている賛助会員企業のウェブサイトをたどると、ATP検査/次亜塩素酸水について多くの活用事例が見つかるので、是非アクセスしていただきたい。

#### 参 考 文 献

- 1) 日本食品衛生協会：『食品衛生検査指針 微生物編』（厚生労働省監修），（2015）
- 2) <https://atp-jinsokukensa.com/>
- 3) 月刊HACCP, 263, 108-117 (2017)
- 4) 厚生労働省：食品衛生管理の国際標準化に関する検討会最終とりまとめについて，（2016）
- 5) 月刊HACCP, 71, 107-112 (2001)

- 6) 厚生労働省：『食品製造におけるHACCP入門のための手引書（生菓子編）』，p.32
- 7) 文部科学省：『調理場における洗浄・消毒マニュアル（Part 2）』，（2010）
- 8) 日本機能水学会監修：『機能水による消化器内視鏡洗浄消毒器の使用手引き 第2版』，（機能水研究振興財団，2015）
- 9) 食品産業センター：『食品製造・加工業のためのISO 22000（食品安全マネジメントシステム）解説書（第3版）』，（2007年）
- 10) 全国菓子工業組合連合会：低コストでの導入とHACCPの導入事例，2011年  
<http://haccp.zenkaren.net>
- 11) <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002wy32-att/2r9852000002wybu.pdf>



ほんま・しげる

一般財団法人機能水研究振興財団  
1985年，東京大学 大学院 農学系研究科 博士課程修了学位取得。同年，キッコマン株式会社入社，研究本部に在籍，酵素関連の研究開発に従事。1991年，バイオ事業部。2004年，日本アルモンテに出向，同社群馬工場長，品質保証部長等を勤める。2012年，日本アルモンテよりキッコマンへ，衛生検査事業を担当。2017年，キッコマン退職。2018年4月～2019年4月，新潟食糧農業大学。2020年4月より現職。

### 感染症対策テーマに第123回ルミテスターセミナー

#### キッコマンバイオケミファ

ATPふき取り検査キットを取り扱うキッコマンバイオケミファは6月17日，第123回ルミテスターセミナーをウェブ配信する。今回は感染症対策テーマに，①「新型コロナウイルス感染症の動向と対策」加来浩器（防衛医科大学 防衛医学研究センター 教授），②「レジオネラ症の最新の動向とATP測定を活用した衛生管理」倉文明（国立感染症研究所 細菌第一部 客員研究員）の2題である。なお，6月19～25日の期間限定で，セミナー動画の再配信も予

定している。詳細は下記ウェブサイトにて公開中。

ATPふき取り検査は，生物がエネルギーとして必ず有する化学物質「ATP」（アデノシン3リン酸）を指標とした検査法で，環境の清浄度（汚染度）の評価などに用いられている。操作は簡便・迅速で，近年，食品工場や医薬品工場，病院など，さまざまな場面で採用事例が増えている。  
[URL] <https://biochemifa.kikkoman.co.jp/event/seminar/>