

紙草心以

●洗浄・殺菌について

古跡 幹人
(2021 年 7 月)

前は、細菌について記述した。今回は、**洗浄・殺菌** について記す。洗浄・殺菌は、細菌を死滅させる、又は、食品の安全に問題の無いレベルまで細菌を減少させるプロセスである。洗浄・殺菌と一括りに、あるいはあたかも四字熟語のように扱われ、食品衛生、食品安全にとって「洗浄」と「殺菌」は切り離すことが出来ないプロセスである。「洗浄」無しの「殺菌」は有り得ない。しかしながら、「洗浄」と「殺菌」は全く異なるプロセスで、その意図する役割も異なるプロセスである。今回、それぞれについて説明する。

【洗浄】

汚れを落とす。Look Clean にする。

Look Clean：目で見ても汚れが残らないこと。

注意すべき点は、目で見え、手で取れる残渣は、必ず手で取り除くことである。残渣が残ったままの状態や、不用意に床に落とすことで、洗浄の範囲が広がり手間がかかる。効率が悪い洗浄になり、Look Clean にならない。

取り扱う食品によっても、洗浄手順は異なるが、ここではいわゆる「炭水化物、タンパク質、脂質」を含んだ食品を想定して記することとする。

- ① 分解可能な部品等は全て**取り外す**。
- ② 目に見える**残渣等を除去**する。(上記注意事項)
- ③ **水で洗い流す** (予洗い)。(タンパク質が凝固しないように、最初は水で。世の中の 70%近

くは水溶性である。水溶性の汚れを除去する。)

- ④ **湯で洗い流す**。(脂質が溶解する 40℃を目安)
この時点で目に見える汚れは、ほぼ除去出来ているはずである。取り残しがないか確認する。有れば、再度実施する。水、湯での予洗いは、高圧洗浄機の使用をお薦めする。適切なノズルとの組み合わせで洗浄時間を短縮すると同時に、使用する水の量を大幅に節約することが可能となる。
- ⑤ **洗浄剤を使って洗浄**する。取り扱う食品に合ったもの、汚れの程度(容易に落とせるものか、頑固な汚れか)を考慮して洗浄剤を選ぶ。洗浄と同時に殺菌も出来る洗浄剤もある。一般的にはブラッシングをする。手が届きにくい部分も手抜きしないこと。ブラシの大きさ形状は見合ったものを選定する。ブラシの刷毛等が、異物混入の原因にならないよう構造・素材を選択する。洗浄方法としてお薦めするのは、洗浄剤の泡の力で汚れを落とす「発泡洗浄」



(山口県 秋吉台：桔梗)

という方法である。専用の洗剤と発泡装置を使って洗剤の泡を機器等に万遍なく吹き付け、10～15分程度放置後、洗剤を濯ぎ落とす方法である。時間の短縮、清掃人員の削減に有効である。また、水や洗浄剤が使用できない箇所は、スチーム洗浄機を使用するとよい。

- ⑥ **水（温水）で濯いで洗剤を落とす。**洗剤の成分が機器に残らないこと。濯ぎの時間、水量の決定は、事前検証をする。洗浄後の溜まり水をpH試験紙で測定して、洗剤成分が残らない（pH7近辺を確認）濯ぎ時間を決めることで、過度の濯ぎあるいは、濯ぎ不足を防止することができる。次に濯ぎ水の除去を行い乾燥させる。グラム陰性桿菌は乾燥に弱く、乾燥は細菌増殖阻止に有効である。
- ⑦ **殺菌を実施する。**設備・機器の殺菌は、アルコール又は次亜塩素酸ナトリウムを使用する拭き上げが一般的である。両者とも食品添加物であるが、効能、コスト面から次亜塩素酸ナトリウム 200ppm 溶液をクロスで拭き上げる方法が効果的である。直接製品に触れる部品類や備品等は、蒸気殺菌（80℃30分程度）、熱に弱い素材の物は殺菌剤に漬け置きする。尚、殺菌剤の有効成分は、「食品適」とは限らないので、殺菌剤によっては成分が食品に混入しないよう注意が必要である。



（発泡洗浄風景：食肉処理工場 デンマーク）

【殺菌】

洗浄で汚れを落とした後、生残している細菌を殺菌するプロセスである。殺菌の方法は、「物理的殺菌方法」と「化学的殺菌方法」の二つに分けられる。それぞれについて、説明する。

《物理的殺菌方法》

① 高温を使用（利用）

- ・**焼却**：完全に焼き尽くす。最も確実な方法であるが、細菌も対象物も消失してしまう。
- ・**火炎滅菌**：バーナーなどの火炎で対象物を直接加熱して滅菌する。細菌検査等で用いる。
- ・**乾熱滅菌**：乾燥空気のため、エネルギーが低い。通常、180℃ 60～180分。細菌検査の器具（ピペット等）は、殺菌缶に収納して滅菌すること。
- ・**高温高圧滅菌**：オートクレーブを使用する。飽和水蒸気 121℃ 15～20分。水分を含む食品の滅菌や細菌検査用の培地の滅菌に用いる。
- ・**過熱水蒸気殺菌**：過熱水蒸気（100℃以上の蒸気）は、熱風や通常の蒸気よりも高エネルギーの気体であり、接触した物体への熱伝導率が高いため、短時間で高い殺菌効果がある。
（蒸気気流式殺菌装置）

- ・**熱湯消毒**：シンク、水回り、排水溝に直接熱湯（80℃以上）をまく。昆虫（成虫、蛹、卵）の駆除にも有効である。
- ・**低温殺菌**：高温により変質する食品の殺菌に用いる。60℃前後で30分以上の時間を要す。
- ・**蒸気（高温）殺菌**：湿熱蒸気を用いる。部品類、備品等の殺菌に有効。80℃ 30分程度。

② 電磁波

- ・**紫外線**：254nmの波長を発生させる紫外線殺菌灯を使用する。陰になる部分は、殺菌効果がないので注意が必要。

- ・**放射線**：現在、日本では食品の殺菌への使用は認められていない。医療機器に使用されている。殺菌目的ではないが、ジャガイモの発芽阻止の目的に限り、食品への使用が認められている。
- ・**マイクロウェーブ**：電子レンジに利用されている。水の分子の振動による対象物の発熱により殺菌効果を得る。

③ その他

- ・**濾過**：液体や気体を、フィルターを用いて濾過する。フィルターの保持粒子径よりも大きな微生物は除去できるが、それ以下は無効。
- ・**超音波**：水中で発生するキャビテーションが起る時に発生する衝撃波により、細菌の細胞膜が破壊される。

《化学的殺菌方法》

細菌に与える影響として、以下の事がある。

- ① タンパク質（酵素を含む）の変性と失活
- ② タンパク質の合成を阻害
- ③ 細胞膜や細胞壁の破壊や損傷
- ④ DNA の損傷

個々の化学的殺菌方法について説明する。

- ・**アルコール**：70%のエチルアルコールを使用する。70%のエチルアルコールは、水とアルコールの分子組成が 1：1 になり、疎水基が平面上に広がり疎水面をつくり、それによって細胞膜が破壊され、タンパク質が溶出することで殺菌効果を得る。また、蒸発する時のエネルギーで細胞膜を破壊するとの説もある。
- ・**次亜塩素酸ナトリウム**：有効塩素の強力な酸化作用により、細胞壁や細胞膜の損傷、酵素活性の失活、内部のタンパク質や核酸を変性させる。次亜塩素酸ナトリウムは、アルカリ性では ClO^- （次亜塩素イオン）が多く存在する。中性で

ClO^- と比較して約 80 倍（理論値）の殺菌力を持つ次亜塩素酸 HOCl が存在する。酸性では、塩素ガスが発生するので危険である。酸性 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 中性 HOCl アルカリ性 $\text{ClO}^- + \text{H}^+$ 。次亜塩素酸ナトリウムは、有機物に触れることで、その効力を即座に失ってしまう。洗浄後の使用が基本。

- ・**オゾン**：オゾンは強い酸化力があるので、殺菌や消臭に用いられる。オゾンの殺菌作用は、細胞壁又は細胞膜に作用し、次いで脂質の二重結合に反応が生じ、細胞が分解。細胞壁に作用し、細胞膜を破壊することで、細胞透過率が変化し、微生物の酵素の活性化が失われ、核酸が不活性化することで、細菌を死滅させる。
 - ・**エチレンオキシド (EOG)**：アルキル化剤として働き、微生物の持つ核酸の $-\text{NH}_2$ 基や $-\text{OH}$ 基、又はタンパク質に含まれる $-\text{COOH}$ 基や $-\text{SH}$ 基と反応してこれらをアルキル化し、細胞壁（膜）のタンパク構造に変化を与え細菌を死滅に至らせる。アルキル化反応は非常に強固で元には戻らない（不可逆反応）。食品への使用は許可されておらず、医療品等に使用される。
 - ・**ホルムアルデヒド (ホルマリンガス)**：エチレンオキシドと同様にアルキル化剤として働く。手術室やバイオクリーンルームの滅菌に使用。
- ※アルキル化反応：一般に化合物の水素原子を炭化水素などの有機基で置換する反応をいう。



（宮城県：蔵王山 東北新幹線車窓より）

・**金属イオン**：殺菌力の強い順に、銅、銀、金、鉛、白金、ニッケル、アルミニウム、錫、亜鉛に殺菌作用があることが知られている。殺菌メカニズムは未だ不明であるが、家電に利用されている銀イオン(Ag⁺)の殺菌原理を紹介する。原理は、水中の酸素が銀イオンの触媒作用で活性酸素に変化し、細胞膜に穴を開け細胞質が溶出して細菌が死滅するという説と、酵素の中に銀イオンが侵入し酵素の働きを停止させ細菌が死滅するという説。あるいは、DNAの二重鎖の分離を阻止して増殖を止め死滅させる説がある。

【三つの目を使う】

洗浄・殺菌後の有効性の確認は「三つの目」を用いて行う。

- ① 一つ目：**肉眼**で見て汚れが残っていないことをチェックする(Look Clean：見た目がキレイ)
 - ② 二つ目：**虫眼鏡**のレベルで見て汚れが残っていないことをチェックする(細かい部分も点検する)
 - ③ 三つ目：**顕微鏡**のレベルで見て微生物が生残していないことをチェックする(細菌検査を実施して微生物の生残がないことを確認する)
- 製品の規格に応じて、あるいは、衛生要求度に合わせて、三つの目を駆使して洗浄・殺菌の有効性を確認しなければならない。

【損傷菌について】

細菌検査にまつわるエピソードを紹介する。

殺菌後の細菌検査結果は良好であるにもかかわらず、賞味期限までに食品が変敗、あるいは、保存試験の結果、生菌数で想定外の増加が確認されることが稀にある。前職で経験したが、不思議な現象であった。香辛料の検査。製品の加熱殺菌

直後から工程を追って、製品や工程の要員・環境・機器類を対象に詳細に細菌検査を行ったが、香辛料の芽胞菌、製品の加熱不良と思われる結果や二次汚染の結果は検出されなかったが、数週間保存した製品の細菌検査では、基準以上の生菌数が確認された製品もあった。当時は、「(加熱) 損傷菌」という存在が現在のように明らかにされていなかった事もあり、私たちはこの現象は「ゾンビ菌」が居て、「ゾンビ菌」の仕業に違いないと考えた。

師匠に相談したところ、同業他社からも相談を受けているとのこと。「加熱損傷菌」の存在を記した論文があることを教えていただいた。細菌検査で出来るだけ多く損傷菌が培地で復活するように、希釈水にペプトン 1%を加えて検査を行うようにした。そして、加熱条件の見直しも行った。

現在は、損傷菌学会があり研究が進んでいる。「食品衛生・食品安全」を確実にするためには、殺菌後に損傷状態のまま生残し、賞味期限内に復活して増殖する損傷菌の解決が不可欠である。

※加熱損傷菌：加熱殺菌は「品質を損ねること無く、製品規格に適合し、健康に危害を及ぼさず、意図した保存条件下で賞味期限内に製品が変敗しない」条件で行う。殺菌後の製品には、殺菌条件下で生き残る細菌と、殺菌中に死には至らなかったが、細胞や機能が損傷していて、その時点では培養しても培地上に現れない(増殖できない)、いわゆる「加熱損傷菌」も存在している。



(山口市：七夕提灯祭り 2019.8.7 撮影)