

# 清掃・洗浄・除菌 2023

## 微生物レベルでの清潔を目指す

食品工場においては、食品に悪影響を及ぼさない清潔な環境が求められる。微生物汚染や異物混入が起こらない環境をつくり上げるには、清掃・洗浄・除菌が重要な鍵となり、清潔な状態の維持・管理が、安全・安心な製品を製造することにつながる。そこで今回は「微生物レベルでの清潔を目指す」をコンセプトに掲げ、微生物管理の視点から、食品工場においてなぜ清掃・洗浄・除菌が必要か、常に微生物レベルでの清潔を維持・向上させるためにどのような取り組みを行えばよいのか考えてみたい。



Food Hygiene Office  
代表

久保田 徹

Toru Kubota

【プロフィール】

1949年生まれ、山口県出身。山口大学農学部農芸化学科卒業。72年日本コカ・コーラ株式会社。2000年から高砂香料工業株式に勤務。製造管理、品質保証、工場監査を担当。14年に退社後、Food Hygiene Office設立 (tkubota39@m7.gyao.ne.jp)。公害防止管理者水質1種、ISO 9001主任審査員 (LA)、食品表示診断士。

### 解説1

## 微生物管理から考える食品工場の洗浄・除菌

本稿では、食品工場における洗浄と除菌について、その位置付けや重要性、洗浄方法・洗浄剤の種類、バイオフィーム対策など、基本的な知識を中心に事例を交えて解説する。

### 洗浄・除菌とは

「食品衛生の一般原則」がコーデックス委員会から提唱されており、その内容はGHP（一般衛生管理）に基づく衛生管理とHACCPプランによるCCP工程の管理という構成となっている。一般衛生管理には8要件あり、

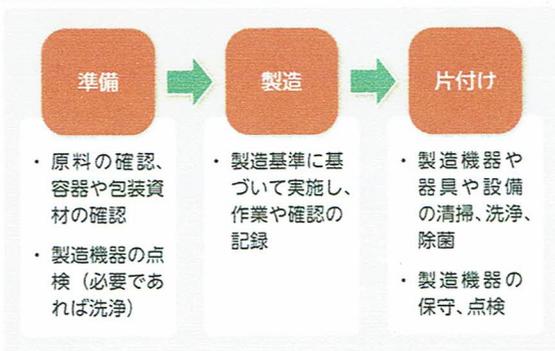
その中でも特に重要な事項がセクショニング「施設のメンテナンス、クリーニング（洗浄）、消毒（除菌）、有害小動物のコントロール」と考えられる。目に見える汚れや食品残さを取り除くことは「清掃」「洗浄」といわれるが、ここでは「洗浄」という用語を使うことにする。そして、目に見えない微生物を安全なレベルまで低減するこ

とは「殺菌」「消毒」「除菌」といわれるが、ここでは「除菌」という用語を使うことにする。

### 洗浄・除菌の位置付け

食品工場の製造機器や器具類、そして設備を含む製造環境の洗浄・除菌について考察していく。食品工場では製造業が中心となるが、洗浄や除菌はどのような位置付けになるべきか。まずは身近な例として、レストランの厨房や自宅キッチンでの調理器具・食器類について考えてみよう。まな板や包丁などの調理器具は、使用前に清潔な状態にしておくべきであ

図1 食品の三つの製造工程



○筆者作成

る。そのためには、調理作業が終わったときにきれいに洗浄し、必要であれば除菌しておく、次の調理時に清潔な状態で使える。食器類についても、食後、早めに洗った方が、汚れが落ちやすく清潔になりやすい。すぐに洗わないと、付着しているバクテリアなどの微生物は増殖し、食品残さは乾燥し始めると洗浄時に汚れが落ちにくくなる。いずれも洗浄の効率が悪くなるし、清潔な状態にするのに時間がかかってしまう。調理器具や食器類がきれいな状態で備わっていると、次の調理作業が気持ち良く始められる。

ここで、食品工場の洗浄・除菌について考えてみよう。食品工場には多様な工程があり、各工程で製造基準や管

理ポイントが決められており、それらの管理を着実に実施して目的の品質の製品を作り上げていくのが一般的である。それでは、製造機器や器具類の洗浄や除菌はどのように位置付けられるべきか。製品の特性にもよるが、例えば乾燥食品のような水分活性の低い食品では、洗浄や除菌は付随的な作業としてあまり重要視されていない場合も見受けられる。

食品工場で洗浄や除菌が適切に行われなかったらどうなるか、推測してみる。製造する製品の特性にもよるが、ある日の洗浄や除菌が適切に行われなくても、翌日の製品の品質には影響がないかもしれない。だが、問題が起きないからといって毎日の洗浄や除菌を適切に行っていると、やがて大きな事故につながるリスクが高まってくる（洗浄が不適切な事例は後述する）。

食品の製造は、大ざっぱに区分すると「準備」「製造」「片付け」の三つになるであろう。安全な食品を製造するためには、「準備」と「片付け」も「製造」と同様に重要であることを理解する必要がある（図1）。

### 微生物管理の実施例

ここで、以前に在籍していた炭酸飲料の工場での実施例を紹介する。

図2 微生物レベルのモニタリングのためのサンプリング箇所



○筆者作成

処理水タンク、製造機器A、製造機器B、製造機器C、サンプルw、サンプルa、サンプルb、サンプルc

1970年代当時、CIP洗浄装置はほとんどなく、手洗いが基本であった。また、炭酸飲料は、pHは酸性だが、非加熱（無殺菌）で常温流通する商品であったため、基準値以上の微生物（特に酵母）が生残していると流通段階で変敗が生じ、苦情の発生や製品回収につながる。微生物管理が重要事項であった。では、どのように微生物管理を実施したか説明していく。

### ●原料が微生物に汚染されていないことを確認

原料の中でも特に処理水（食品製造用水のこと）と主原料である砂糖（グラニュー糖）の微生物検査を実施していた。それらには生菌数の基準が設けられており、不合格の場合は使用しないルールが確実に守られていた。容器（金属缶）の微生物検査も行われた。

### ●製造ラインが微生物レベルで衛生的であることを確認

製造室の清潔度のモニタリングのため、充填室での落下菌検査が定期的に行われていた。また、水処理工程で高濃度の塩素殺菌が行われていた。製造ラインは、原料の仕込み（シロップ製造）、処理水の脱気処理、比例希釈、炭酸ガス封入・充填の工程で、微生物による二次汚染を防止するため、製造後の製造ラインは徹底的に分解洗浄され、パーツ類は塩素水で除菌された。除菌剤は「液化塩素」や「次亜塩素酸ナトリウム」で、20 ppm、50 ppmの残留塩素濃度として使用された。また、手洗いができない機器や長い配管の洗浄には、「中性洗剤」と「ソーダ灰（炭酸ナトリウム）」が使われ、必要に応じて塩素水で浸漬・保持していた。また、洗浄後にほとんど無菌の処理水を流して、製造ラインの分解できない機器も含め、各機器を通過した後の配管からサンプリングし微生物検査を行い、残留微生物数をモニタリングして洗浄効果を確認していた。例えば、流す処理水（ほとんど無菌）の生菌数【サンプルw】に対して、【サンプルb】【サンプルc】の生菌数が多き場合は、製造機器Bの洗浄が不十分と判断された（図2）。この微

生物検査によるモニタリングの手法は、後に海外のウーロン茶エキス製造工場場で微生物汚染の問題が起きたときに、汚染源を特定するのに役立った。

### ●製品の微生物検査の実施

原料が良好で、製造環境や製造設備が清潔な状態で製造された製品は、微生物学的にクリーンであるべきだが、その確認のため抜き取りで製品の微生物検査を実施した。すなわち、原料、製造工程、製品検査で微生物レベルをモニタリングすることによって、製品の安全性を検証していたことになる。

この方法は、洗浄が適切に行われた結果、期待した通りに清潔な状態になっ

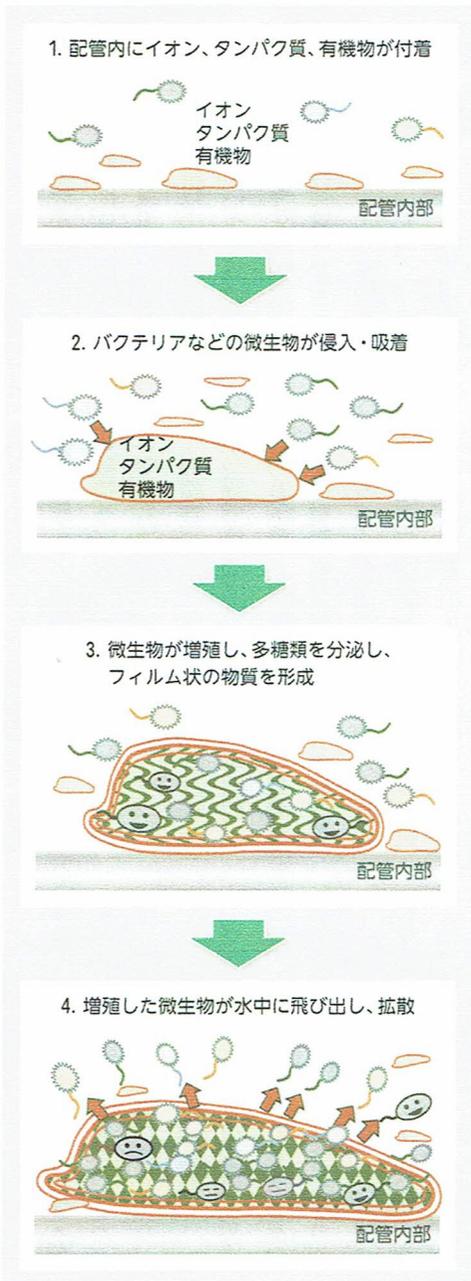
たことを確認するためであり、妥当性確認に相当する。妥当性確認の方法としてはこのほかに、ATP拭き取り検査法による有機物の残存量の測定、糖分の残留分の検査（機器分析、ベルトラン法など）やアレルギー物質の残留検査などが該当する。

### 微生物が原因の洗浄不良例とバイオフィーム対策

ここで、原料用濃縮果汁工場の洗浄不良に関連する事例を紹介する。

A社の工場はリング濃縮果汁を製造

図3 バイオフィーム生成の仕組み



○筆者作成

していたが、先行サンプルの受け入れ検査で同業他社のものと比べて風味が劣るものが多く、現地で調査を行った。まず、製造設備の洗浄作業を確認し、洗浄が終わった段階で搾汁液が流れるパイプラインの一部を分解して配管内部を確認した。ステンレスの配管のフランジ部を分解して内部を見てみると、配管内部全体が淡黄色の被膜で覆われているように見えた。配管の内側のチーイズを塗ったような場所を触ってみると、軟らかなバターのような感触。恐らく、バクテリアや酵母などの微生物によるバイオフィームができていたと推定され、通常の洗浄では除去できなかった結果だと判断された。

バイオフィームとは、最初に微量の有機物が付着し、そこに微生物が集まってきて多糖類の粘着性物質を産生し、微生物とそのすみかの集合体を形成し、外的な要因（例えば熱や殺菌剤など）から自身の身を守るために形成された保護膜のようなもので、熱も伝わりにくく殺菌剤も通しにくいなど、バリアとして作用するといわれている。例えば、きれいでない川底の石や下水溝、散水ろ床法（生物膜を用いる排水処理法）の碎石に付いたヌメリや、身近なところでは歯の歯垢（プラーク）もバイオフィームによるものと言える。微生物が生残するためのバイオフィームは、微生物にとっては安全で快適な場所だが、食品工場にとっては厄介なものとなる。バイオフィームを除去する方法として、ブラッシングや高圧洗浄水などによる物理的な除去があるが、いったんバイオフィームが形成されると除去するのは難しいので、対策とし

て日常の洗浄を確実に実施することが望まれる。図3にバイオフィーム生成のイメージ図を示す。

**洗浄方法の種類**

製造機器の洗浄方法には基本的に分解洗浄とCIP洗浄があり、食品の種類によって洗浄方法は異なる。乾燥食品（菓子など）の工場では、エアで食品残さを除去して清潔な布で拭き取り、必要に応じてエチルアルコールで除菌する方法が一般的である。一方、製造機器がウエットな飲料（牛乳や清涼飲料水など）や果実搾汁の工場では、分解洗浄またはCIP洗浄が適用されている。

分解・組み付けが容易でサニタリー性が求められる機器・パーツなどの洗浄に効果がある。洗浄時間を要するが、洗浄後の目視確認ができ、またパッキンの劣化の程度も同時に確認できるメリットがある。

**CIP洗浄**▼手洗いや分解洗浄が難しい機器や大型タンクの洗浄に適用され、シングルユースCIPとマルチユースCIPがある。

シングルユースCIP…1回の洗浄ごとに洗浄剤を廃棄するシステムで、CIP洗浄装置がシンブルで初期投資も少なく、設備もコンパクトにできる。

マルチユースCIP…濃度調整された洗浄剤を循環洗浄で複数回使用するシステムで、洗浄する機器が複数ある場合（例えばタンク類）や、規模の大きい製造機器の洗浄に適している。洗浄時間と労力が軽減でき、洗浄剤や蒸気の使用量の節減が期待できるメリットがあるが、回収した洗浄剤の濃度や汚れの管理が必要となる。また、食品残さの汚れが十分に落とせる洗浄プログラムの作成と、洗浄効果のバリデーションが必要である。

**洗浄剤の種類と使用方法**

以下に、洗浄剤の種類と使用方法の概略を示す。

●汚れの種類と有効な洗浄剤  
炭水化物の汚れ▼アルカリ洗剤や酸性洗剤

タンパク質の汚れ▼アルカリ洗剤

脂肪の汚れ▼界面活性剤

無機質の汚れ▼酸性洗剤

●洗浄剤の特性や機能

アルカリ洗剤▼主剤はカセイソーダで、界面活性剤が配合され、でんぷんを加水分解する機能があり、脂肪に対しては鹼化作用がある。

酸性洗剤▼硝酸が一般的であるが、ほかにリン酸やクエン酸がある。カルシウムやマグネシウムのスケールの除去に効果がある。

界面活性剤▼中性洗剤のことで、油脂の汚れに強い洗浄力を発揮する。

酸化剤▼次亜塩素酸ソーダや過酸化水素のことで、タンニンの汚れに効果があるが、ステンレスの腐食を促進させるので、使用濃度と温度と時間の管理が重要である。

キレート剤▼ポリリン酸塩やEDTAや生分解性キレート剤のことで、カルシウムイオンや鉄イオンなどの金属イオンを封鎖する。界面活性剤に添加して使われる。

洗浄剤と洗浄条件は、製造する食品の種類から汚れの成分を調査し、また洗剤メーカーと相談して決めていくことが大切である。洗浄条件を決める根

拠として、洗浄の有効性のバリデーシ  
ョンを実施することをお勧めする。

微生物レベルでの清潔を  
維持するために

コーデックス委員会の「食品衛生の一般原則」が2020年に改訂された。第一章のセクション5「施設のメンテナンス、クリーニング(洗浄)、消毒(除菌)、および有害小動物のコントロール」の中に洗浄や除菌の重要性が記述されている。例えば、洗浄の有効性のモニタリングについては「洗浄と除菌の手順の妥当性がその効果についてモニタリングされ、目視検査のような方法で定期的に検証されること」、また洗浄剤や除菌剤の効果については「その洗浄と除菌のプログラムの有効であることを検証するために、環境の検査や食品接触面の検査(例えばタンパクやアレルギー物質のスワブテストや微生物検査)の手段が取られること」と記載されている。

また、セクション7「オペレーションのコントロール」の中には「特にGHP(一般衛生管理)の中でより大きな注意を必要とする装置の洗浄については、頻度を多くした洗浄や特別の洗浄プログラムを準備してその効果の考察をする必要がある」とあり、「例えば、

加熱処理された肉のスライサーは、その肉の接触面のリステリア属菌の増殖を抑止するために、特殊な方法で多くの頻度での洗浄を必要とするであろう。また、サンドイッチのような食品と直接接触するコンベヤベルトは、頻度を高めた洗浄や特別の洗浄プログラムを必要とするであろう」と書かれている。

- ・ 安全な製品を製造するためには、
- ・ 安全で衛生的な原料の調達
- ・ 衛生的な製造環境を維持するための洗浄と除菌

・ 食品を衛生的に取り扱う従業員の衛生意識

が必要であり、その中でも製造環境や製造装置・器具などの洗浄と除菌は、食品の衛生管理の主要な事項である。自社の製造装置や器具などの洗浄方法を決める必要があるが、その場合、食品衛生法の食品の規格基準が参考になる。増殖可能な微生物をモニタリングし、洗浄と除菌の効果をバリデーションすることが、食品の変敗や食中毒の防止につながる。

## 微生物レベルの 清潔と防虫対策

微生物レベルでの清潔を維持することは、防虫対策においても重要である。乾燥食品（小麦粉、ホットケーキミックス

クス、ココアパウダーなど）の残さは害虫の食料源になる。乾燥状態の食品原料が多く保管されている原料保管庫は、清掃して衛生的な状態を維持することが食品害虫の発生を抑えることにつながる。また、ウエットな食品残さは微生物の発生源や増殖のもとになり、コバエのような小さな虫は油污れや又メリがある場所を好むといわれている。小さな虫が発生すると、それらを捕食するクモなどの害虫を誘引することになり、有害小動物の制御が難しくなる。製造機器や配管内での微生物の増殖やバイオフィルムの形成を防ぐことも重要で、そのために効果のある洗浄・除菌の実施が望まれる。また、アレルギー物質を含む原料を取り扱う工場では、確実な洗浄の実施により、アレルギー物質の他製品への混入を防ぐことができる。



これまで述べてきたように、「洗浄」と「除菌」を確実にを行うことで、原料由来の汚れや食品残さを製造ラインから取り除くことにより、微生物起因の食品事故やアレルギー物質の混入を未然に防ぐこととなり、また、間接的に防虫対策にも効果が期待できる。

【参考文献】

・ General Principles of Food Hygiene (Revised in 2020). Codex Alimentarius