

食物アレルゲンの交差接触を防止する効果・ 効率的なライン洗浄

SOCSマネジメントシステムズ株式会社
代表取締役 田中 晃

1. はじめに

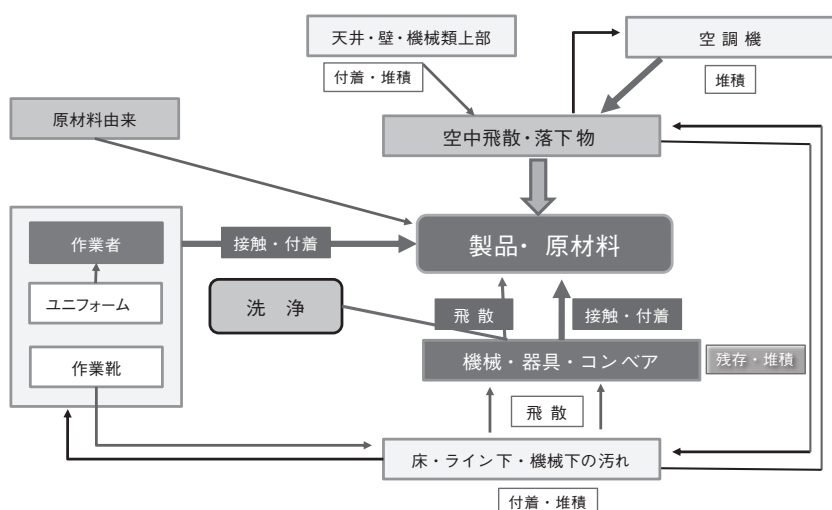
「20 世紀は感染症の世紀、21 世紀はアレルギーの世紀」¹⁾と言われるほど、現代に生きる私たちにとって「アレルギー」は非常に身近で、かつ重大な健康上の問題となっています。アレルギー疾患のうち、特に食物アレルギーは重大で、人口に対して数～10% 程度の割合で食物アレルギー患者がいる²⁾と推定されています。

まったく個人的な印象で科学的根拠はありませんが、筆者が小中学生であった昭和 40 年代、1 学年が 200 名程度の規模の学校でしたが、アレルギーで「給食が食べられない（もちろん偏食で食べない子はいましたが）」生徒がいたという記憶がありません。実際に、（10 年ほど前の少し古いデータですが）小学校 1 年生における食物アレルギー申請者は平均 10.6% で増加傾向にある³⁾とのデータからも、食物アレルギーが昔より増加し、より身近な問題となっているといえます。

2005 年、カナダでピーナツバターを食べたボーイフレンドとキスした女子高校生がアナフィラキシーを起こして死亡したというショッキングな

ニュースが報道されたことを記憶している方もいらっしゃると思いますが（この事故に関しては、後日、アナフィラキシーではなく喘息発作で死亡したとの研究報告もありました⁴⁾）、筆者も、ありふれた日常生活の中で「食物アレルギーで人が死ぬ」ということに、改めて大きなショックを受けたことを覚えています。

食物アレルギーを発症させるアレルゲンの摂取量には個人差が大きく、ごく微量でもアナフィラキシーを発症する人もいれば、もっと多量に摂取しても発症しない人もいます⁵⁾。したがって、食品製造においては特定原材料等（特定原材料 8 品目及び特定原材料に準じるもの推奨 20 品目）のコンタミネーション（意図しない混入）を発生させないための製造工程と製造環境の管理が非常に重要な課題です。しかし、コンタミネーションを完全にゼロにしようとすることは現実的ではなく、食物アレルゲンを管理基準値（数 $\mu\text{g/g}$ または数 $\mu\text{g/mL}$ ）以下に持続的にコントロールすることが重要である、と弊社では考えています。ここで言う管理基準値のレベルは、例えて言うところ「家庭用のバスタブ（200L の場合）5 杯分の水に数 g」⁶⁾



藤田 八束「空中浮遊菌の殺菌」をもとにSOCSマネジメントシステムズ(株)で作成

図1 コンタミネーションの発生経路

の濃度であり、アレルゲンをこの濃度以下で持続的にコントロールすることは容易なことではありません。

微生物による食中毒や腐敗防止を目的としたサニテーション管理では、対象とする微生物を、それぞれの「閾値」以下でコントロールすることが必要ですが、アレルゲン管理の場合、前述の通り、人によってはごく微量でも発症する可能性があるため、全ての場所・作業で例外なく「管理基準値」以下のレベルでの持続的な管理が要求されます。また、微生物を対象とした管理では、食品に直接接する「食品接触面」とそれ以外の場所では異なる管理基準での管理も可能ですが、アレルゲン管理の場合は、食品と直接接触しない部分・場所（場外や人も含めて）であっても、「食品接触面」と同一基準での管理が要求されます。

2. アレルゲン管理としての衛生・洗浄作業

食物アレルギーは、アレルゲンが食物と意図しない交差接触を起こし、その結果、人がその食物を摂取することで発症します。アレルゲンが意図しないコンタミネーションを起こす原因として、「アレルゲン含有製品と非含有製品とを同一加工ラインで使用する」とによる混入、空中飛散によるアレルギー原材料の混入、再生品の誤使用からの混入、不十分な清掃洗浄による混入、表示不適

切な原材料からの混入等⁷⁾がありますが、不十分な洗浄の結果、製造ラインや製造環境に残存したアレルゲンが食物と意図しない交差接触をおこす、「洗浄不備」を原因としたコンタミネーションはもっとも重大な危害要因の一つです（図1）。

食物アレルゲンは「タンパク質」であり、加熱や殺菌ではこれらを除去することができません。また、タンパク質は加熱による「変性」が起きてもアレルゲン性を

喪失しないものが多い⁸⁾ため、衛生・洗浄作業により製造ラインや製造環境からアレルゲンを除去することが必要です。つまり、意図しないコンタミネーション防止のためには、科学的に効果が検証された方法によるライン洗浄の計画的実施と管理が必要です。

アレルゲン除去を目的とした衛生・洗浄作業手順（図2）は、微生物を対象とした衛生・洗浄作業と基本的手順は同じです。しかし、微生物汚染

Step 1 残渣を除去する

- 乾式で除去できる汚れや残渣を可能な限り回収
- バキュームクリーナー（HEPAフィルター付き）を使用

Step 2 予備洗浄

- 40～50℃の温水を使用
- ブラッシングしながら、機器・設備に付着した残渣・油脂を十分に洗い流す
- 残渣や汚れを周囲に飛散させない

Step 3 洗浄剤を使用して洗浄する

- アルカリ洗浄剤（pH11以上）を使用
- ブラッシングし汚れを完全に除去

Step 4 すすぎ

- 汚れと洗浄剤を完全に洗い流す
- 水圧を下げて十分な水量でしっかりとすすぐ
- 食品接触面はアルコール清拭で仕上げる

Step 5 効果測定

- 洗浄結果を確認（ATP、タンパク質検出キットなど）する
- アレルゲンが検出限界値以下であることを確認する

図2 『交差接触』を防止する洗浄作業の5ステップ

は加熱殺菌工程で危害要因のコントロールが可能なのに対して、アレルゲンの場合は、交差接触によりコンタミネーションが発生すると、これを後工程で除去することはできません。したがって、より厳密な除去作業の品質管理が求められます。以下に重要なポイントを整理します。

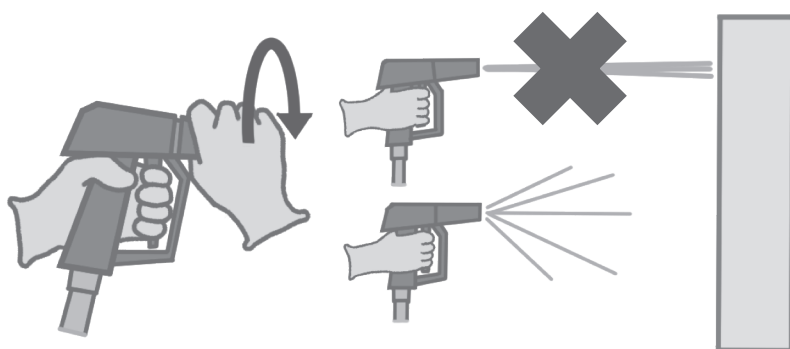


図3 高圧洗浄は水圧を下げて「ストレート」で撃たない

1) アレルゲンを飛散させない

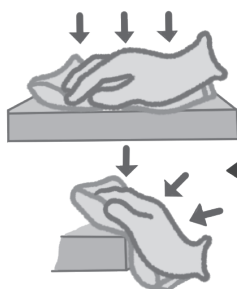
衛生・洗浄作業の第一工程は、製造ラインや製造環境に付着している残渣やゴミ・ホコリを除去することから始まります。ライン上の残渣は、可能な限り集めて回収します。製造環境（ライン周辺・床面など）に付着したゴミ・ホコリは、ホコリを飛散させないように HEPA フィルター付きのパキュームクリーナーを使用して吸引します。

製造ラインの洗浄作業では、「高圧洗浄」や圧縮空気を使用した「エアー吹き」を行なうことがありますが、これらの作業はアレルゲンを飛散させる原因となります。従って、アレルゲン除去作業では「エアー吹き」は原則使用禁止、高圧洗浄を使用する場合は、後述の通り水圧を下げて使用します。

2) 予備洗浄で残渣を除去する

予備洗浄では 40～50℃ 程度の温水を使用し、ブラシなどでブラッシングして製造機器内やラインに残った残渣を洗い流します。この際に、湯温が高過ぎると油脂汚れの除去には効果的ですが、タンパク質は熱変性や凝固を起こしてかえって除去しにくくなる場合があります。また、予備洗浄で高圧洗浄を使用する場合、水圧を下げて（もしくは、噴射パターンを変えて“ストレート”で撃

①先に4辺（側面の手を触れる部分も含む）を洗浄し、



②内側を、抜けがないように順に洗浄する

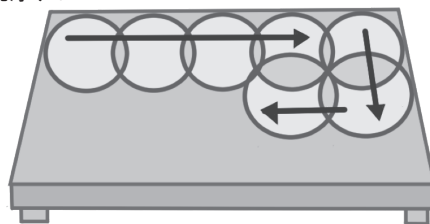


図4

たない）アレルゲンの飛散を防止します（図3）。

製造ラインの洗浄作業では、往々にして予備洗浄が軽視される傾向が見受けられますが、この予備洗浄工程で可能な限り残渣や油脂汚れの付着を除去し、次の洗浄工程での負担を減らしておくことが洗浄品質の向上・維持にとって大変重要です。

3) 洗剤による洗浄

食物アレルゲンの除去には、タンパク質の除去に効果的なアルカリ洗剤（pH11 以上）を使用して洗浄します。中性洗剤を使用した場合、タンパク質への洗浄効果が低くアレルゲンが残留する可能性があります。洗浄作業にはスポンジ、ブラシなどを使用して、洗浄漏れのないように均等にこすり洗います（図4）。

製造機器類を洗浄する際は、洗い残しによるアレルギーの残存を防止するため、可能な限り分解してそれぞれのパーツも定められた方法で洗浄します。洗浄時には、以下の箇所はアレルギーが残存する可能性が高いので特に注意が必要です。

- ①特定原材料を含む製品と含まない製品の共有機械・設備
- ②製造ラインの食品接触面（コンベア、混合機、充填機など）
- ③製造ラインの食品接触面に隣接する部分（ライン上の配管、機械の上部、コンベアの裏側・ガイドなど）
- ④原材料の計量・調査室（計量機器、ワークテーブル、床など）
- ⑤シンクなどの洗浄設備と水道の取手
- ⑥製造機械類の操作パネル、スイッチ
- ⑦製造室内の床

洗浄後は、洗い残しがないことを目視で確認しながら十分に温水ですすぎ、洗剤成分と汚れが残らないように洗い流します。すすぎ後は機器類をダスターで清拭し、食品接触面はさらにアルコールで清拭して仕上げます。

なお、アレルギーの付着・残存状態は製造工程や機械類によって異なるため、洗浄の全工程（残渣除去→予備洗浄→洗浄→すすぎ）は標準作業手順を決め、実際に洗浄作業を行い、その結果を工程ごとに検証（どの工程でどれだけ除去されているか）して洗浄手順の有効性を評価することが必要です。

4) 洗浄結果の評価

洗浄工程終了後、ATP、タンパク質検出キット、イムノクロマトキットなどを使用して、タンパク質もしくはアレルギーが検出限界値以下であることを確認し、所定の記録を残します。

5) 用具の管理

洗浄作業で使用する用具類（スポンジ、ブラシ、ダスターなど）は、製造用器具類と同様

に、特定のアレルゲンごと（例えば、「卵専用」「乳専用」）に専用化し、色分け区別して誤使用による交差接触を防止します。

洗浄用具類の保管は、特定のアレルゲン別に保管場所を区切り、他の特定アレルギー専用用具類や一般洗浄用（非アレルギー）用具類との交差接触を防止します。

6) 定期的メンテナンス

特定原材料を含む製品の製造ライン及び製造環境は、日常的な衛生管理だけでは機械類内部や製造環境（床、壁面、天井、高所配管、空調機器など）に汚染が堆積していく可能性があります（写真1）。したがって、これらに対する定期的なメンテナンスの実施が重要です。

定期的メンテナンスでは、製造ラインの機器類は可能な限り分解し、アルカリ洗剤を使用して、機械内部やパーツ類の細部など汚れが堆積しやすい箇所を徹底して洗浄します。また、製造環境では製造機械類の上部、高所壁面、製造ラインの下部など、日常的な作業だけでは十分に管理しきれない可能性の高い箇所まで洗浄し、放置による汚れの堆積を防止します。

また、空調機器は構造上内部に汚れが堆積しやすいので（写真2）、フィルターの定期的な洗浄だけでなく、定期的に機械内部（特に熱交換器）を分解洗浄し汚れが堆積しないように管理しま



写真1 コンベア内側に堆積した汚染

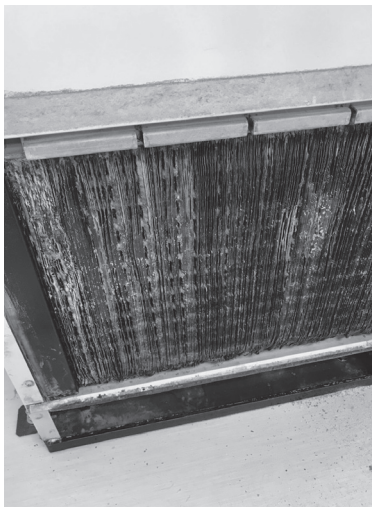


写真2 空調機内部に堆積した汚染

す。なお、ソックダクトを設置している場合、定期的なソックダクトの交換と洗浄が必要です。

7) 自動洗浄機の活用

製造機械類の分解したパーツ類を自動洗浄機で洗浄する例をしばしば見受けますが、この場合、自動洗浄機による2つのリスクを理解し、予め対策を立て、その効果を検証することが必要です。

1つは、自動洗浄機でパーツ類の細部まで十分に洗浄されているのかという疑問です。自動洗浄機の機種、洗浄対象物および対象食品の種類などにより当然洗浄効果は変わりますが、弊社で行った数カ所の工場での実験結果を見る限り、洗浄結果にはバラツキがあることが分かります（全く同条件で洗浄したにも関わらずATP値で10倍以上の差があった例もあります）。このバラツキを最小化するために、洗浄対象物はいきなり洗浄機に投入するのではなく、まず温水で下洗いをし、付着した汚れを落とし、次に洗剤を対象物に泡発泡して5～10分静置後に洗浄機に投入することで、自動洗浄機による洗浄効果の改善とバラツキの最小化を図ることが可能です。

もう1つの問題は、自動洗浄機内部での汚水飛散による再汚染の可能性です。洗浄機を介したアレルギーの移行に関する実験⁹⁾では、「洗浄機を介したアレルギーの移行は必ずではないが、ある程度起こる」可能性が報告されています。前述の弊社実験でも、洗浄機への投入前・後にATP値を測定したところ、洗浄後の方が高いATP値が測定された例もあります。こうした洗浄工程中に発生する再汚染を防止するためには、洗浄機を1日中連続使用するのではなく途中で内部を洗浄し洗浄液を交換すること及び、洗浄後のパーツを温水シャワーですすぐことなどの工程を追加することで問題が解決できる場合もあります。

3. 最後に

「5S」は食品工場の衛生管理の前提条件ですが、アレルギー管理でも同様に、まず会社全体での5Sの徹底が前提となります。何故なら「整理」「整頓」も徹底できていない状況では、アレルギー管

理プログラムを作成しても特定原材料等の保管・管理が徹底されない可能性があります。また、「清掃」が「しつけ（＝習慣化）」されていないと、どのように立派な洗浄管理プログラムを作成しても、日常的に正しく運営される可能性は低くなってしまいます。

したがって、5Sと一般衛生管理を含む前提条件プログラムの社内への定着と徹底した運用管理が、アレルギー管理を成功させる第一ステップであるといえます。

参考資料

- 1) 村上展通「食物アレルギー管理のポイントとATP+AMPふき取り検査の活用」、キッコーマンバイオケミファ株式会社
- 2) 小川美香子・小林征洋「外食事業者が懸念するアレルギー混入要因及び食器洗浄機を介した混入実態と対策」、『日本フードサービス学会年報』2017年
- 3) 外山千鈴他「小学生における食物アレルギーの推移」、『慶應保健研究』2009年
- 4) 「And In The End, Peanut Butter Was Not To Blame」、CBS News (May 12, 2006 <https://www.cbsnews.com/news/and-in-the-end-peanut-butter-was-not-to-blame/>)
- 5) 吉江明広他「食物アレルギー検出キットを用いた大量調理機器の洗浄終了確認の試み」、『日本栄養士会雑誌』2009年第8号
- 6) 佐合徹也「ハウス食品の取り扱いについてーアレルギー情報の提供」ハウス食品グループ本社品質保証統括部
- 7) 「化学的ハザードとしてのアレルギーの予防コントロール手順」、『月刊 HACCP』2021年11月号
- 8) 小川美香子・小林征洋「外食事業者が懸念するアレルギー混入要因及び食器洗浄機を介した混入実態と対策」、『日本フードサービス学会年報』2017年
- 9) 小川美香子・小林征洋「外食事業者が懸念するアレルギー混入要因及び食器洗浄機を介した混入実態と対策」、『日本フードサービス学会年報』2017年