

食品製造の工程管理における微生物制御への予測微生物学の活用

北海道大学大学院農学研究院・食品加工工学研究室・教授

小関成樹



予測微生物学とは

細菌のような微生物は分裂を繰り返すことで増殖するが、一度分裂を開始すると、ある環境条件下において増え続け、その増殖挙動はある意味でパターン化している。「パターン化する」とはつまり、「数式化できる」ということを意味し、この特徴に着目して測定可能な環境条件の情報から、数式に基づき細菌数の変化を予測可能とする、というのが予測微生物学の最も基本的な概念である。加えて、近年ではリスクを基盤とする評価、管理が行われるようになり、細菌数の変化とともに、どのくらいの確からしさ（確率）で数が変化するのか、あるいはある環境下で増えるのか、増えないのか、といった確率を予測するといった役割も大きくなってきている。

予測微生物学の活用

HACCPと公衆衛生のゴールである“Appropriate level of protection (ALOP)”とを繋ぐ指標として“Food Safety Objective (FSO)”という考え方がある。FSOとは喫食時の目標菌数を指しており、例えば1gあたりの菌数は10個以下でなければならない、といった具体的な制御目標の数値で示される。実際には、食品内の菌数は時間経過に伴い、原材料による初期菌数から殺菌工程で減少、保管中に増殖するなど動きがあるため、全行程を俯瞰して最終的な菌数がFSOを下回っていれば良いという発想である(図1)。

菌数の扱いは「桁(log)」に注目するので、FSOについても桁の動きをみる。たとえば消費期限を決めるにおいては、FSO=1log CFU/gであるとする。それに対し、初期菌数が3log程度であり、殺菌工程(減少菌数)で-5logできる(菌数を5桁下げることができる)とすると、保管中の増菌をどの程度まで許容できるかを推定できる。図1中の式に当てはめると以下のように記述できる。



図1 FSOと予測モデルとの関係

$$\text{初期菌数 } 3 \log + \text{減少菌数 } -5 \log + \text{増加菌数 } ? \leq \text{FSO } 1 \log$$

これより、? ≤ 3 となり、つまり、増殖は3桁までに抑える必要があることが示される。ここで、増殖予測モデルを活用して3桁増加に至る時間を予測推定することで、定量的に的確な消費期限の設定を可能とする。

以上のように、HACCPに基づく管理が前提となっている現代において、FSOという考え方を基盤に、論理的にさまざまな条件を決定できることを認識して頂きたい。往々にして従来ありがちであった「なんとなく、温度が倍になったら時間は半分くらいになるのでは」という感覚的な判断ではなく、計算によって数値を算出し、各種の製造・流通条件を論理的に導き出せることを理解して、微生物制御に取り組みられることを強くおススメする。

今後の展望

これまで予測微生物学といえば数式に基づく、小難しいことをやっている印象が強かったかもしれない。しかし、近年のコンピュータサイエンスの発展に伴い、予測微生物学の世界にもその波が入り始めている。様々な条件下における微生物の増殖や死滅のパターンをコンピュータに学習させてしまい、未知の条件下における増殖あるいは死滅の予測を可能とする、機械学習の手法の可能性が示されつつある。大量の網羅的なデータさえ揃えば、かなりの精度での予測が可能となることが見込まれる。そのためには、食品業界全体でのデータ共有の枠組みの整備などが課題である。

編集後記

コロナ禍で講演会はWeb開催が日常化しています。そのメリットはなんと言ってもどこからでも参加できること。一方、「足を運び、直接会う」対面への回帰を望む声もあります。このような中、BA.5系統のコロナの感染が拡大しつつあった7月17日に開催された食の安全と安心フォーラム第23回(Web開催)では、親交を深めたいとの思いから、講師全員が事務局にお越しになりました。Webでも対面でも貴重な「一期一会」、大切にしたいものですね。SFSS 理事 野田 衛

当NPO法人の事業活動は会員の皆様の会費および寄付金で運営されております。食に関する研究に従事する方には正会員を、食に関する企業様には賛助会員をお願いしております。寄付金も随時受け付けておりますので、ご興味のある方は下記までお問い合わせください。

賛助会員リスト(順不同)
キユーピー株式会社
旭松食品株式会社
カルビー株式会社
株式会社セブン-イレブン・ジャパン

食の安全と安心通信 Vol.46 2022年 夏号 / 編集長: 山崎 毅 編集委員: 戸内裕実, miruhana

特定非営利活動法人食の安全と安心を科学する会

E-mailアドレス info@nposfss.com

ホームページURL http://www.nposfss.com

食の安全と安心 検索



食の安全と安心通信

Vol. 46

2022年夏号

NPO法人 食の安全と安心を科学する会 季刊誌 第46号



細菌性食中毒対策における衛生管理ポイント (畜産農場～加工施設)

国立医薬品食品衛生研究所・食品衛生管理部・第一室長

佐々木貴正



1. はじめに

家畜の消化管内には細菌性食中毒の原因となるカンピロバクターやサルモネラなどの食中毒菌が棲息していることがあります。家畜は食中毒菌が消化管内で増殖しても下痢や嘔吐などの食中毒症状を示すことは稀で、糞便とともに食中毒菌を体外に排泄します。もちろん、と畜場や食鳥処理場などの食肉処理施設では食肉部位の糞便汚染を防止するために一般衛生管理やHACCP方式による衛生管理に取り組んでいますが、完全に汚染を防止することは困難です。また、食中毒菌は、適度な栄養分、水分、温度があれば、食品、製造ライン、調理器具などのあらゆる場所で増殖することができます。このため、細菌性食中毒を減少させるためには農場から食卓(フードチェーン)に至るすべての段階において、その段階に存在するリスクに応じた安全確保のための取組を行う必要があります。このような考え方をフードチェーン・アプローチと言います。

2. フードチェーン・アプローチ

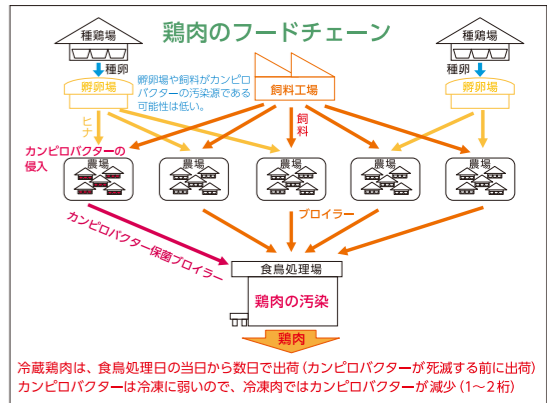
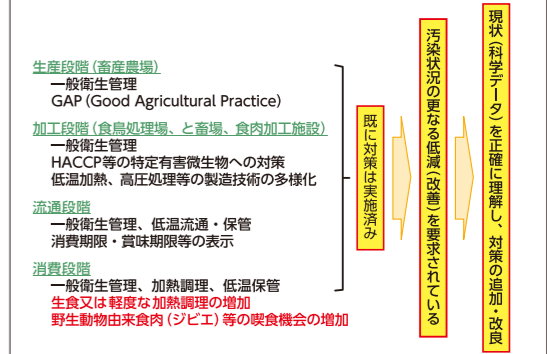
日本は、2003年にリスクアナリシス(リスク管理、リスク評価及びリスクコミュニケーションで構成)を食品安全行政に導入し、リスク管理機関である農林水産省と厚生労働省、リスク評価機関である食品安全委員会は、フードチェーン・アプローチに従ってフードチェーンの各段階における汚染実態調査や汚染低減策に関する調査研究を推進しており、その成果(科学データ)も少しずつ公表されるようになりました。例えば、細菌性食中毒の中で最も届出数が多いカンピロバクター食中毒の主な原因は生や加熱不十分な鶏肉料理や牛肉料理であると考えられていますが、実際に食中毒事件の多い夏季のプロイラー群の保菌率は7割を超えること、この保菌率は飲用水の消毒によって低下できる可能性があることが分かりました。また、鶏肉は、食鳥処理場における脱羽と内臓摘出の工程で高濃度に汚染される一方で、従来考えられてきた「とたい」の冷却工程(国内のほとんどの食鳥処理場では次亜塩素酸ソーダなどの殺菌剤を添加済み)ではその汚染濃度が低下すること、汚染濃度はその鶏肉が生産される食鳥処理場によって異なること、高圧処理によって鶏肝臓内部の汚染濃度を低下させることができることなども分かりました。一方、肥育牛はカンピロバクター保菌率が高く(6割)、数か月間カンピロバクターを糞便中に排泄することが分かりましたが、肥育牛は子牛、育成牛、肥育牛の各段階で家畜市場を介して全国に移動する可能性があり、現状の牛の流通システム下では、農場への保菌牛導入を防止することは困難であることが分かりました。サルモネラ食中毒については、輸入ヒナの検疫強化や市販鶏卵への生食用消費期限の表示などの取組により2000年以降急減しましたが、それでも細菌性食中毒の中では2番目に届出数の多い食中毒です。これまでの調査によって、プロイラー群の保菌率は8割超であり、プロイラーの親(種鶏)が保菌していることがその原因の1つであることから、サルモネラ食中毒を減少させるには種鶏場の汚染状況を低下させる必要があることが分かってきました。

このようにフードチェーンの各段階における食中毒菌の汚染状況やその汚染低減策に関する科学データなどの情報は蓄積されつつあり、今後はこれら蓄積された情報を分析・評価し、新たな汚染低減策の導入または現行の汚染低減策の改良へと移行することが期待されています。

3. 今後の展開

安全確保のための取組には当然経済的コストが必要で、最終的にそのコストは消費者が負担することになります。このため、行政、生産者、食品製造者、飲食店、消費者などのフードチェーンに関わるすべての関係者がこれら情報を共有し、相互理解を深めた(リスクコミュニケーション)上で、各自が細菌性食中毒の発生防止に取り組み、その効果を検証・共有する必要があります。また、安全性の更なる向上を目指し、このサイクルを継続していくことも必要です。

フードチェーンにおける細菌性食中毒対策の現状



本部・研究室
TEL・FAX: 03-6886-4894
〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1
東京大学農学部フードサイエンス棟405-1号室



ウイルス性食中毒 ～原因物質指定から四半世紀、予防対策の死角とは～

秋田県健康環境センター

保健衛生部長

斎藤 博之



1997年にウイルスが食中毒原因物質に指定されてから今年で26年目となります。この間、食品関連事業者は行政の指導の下で予防対策に取り組んできました。一方、毎年の食中毒統計を見ると、食中毒患者数の約半がウイルスを原因としたものであり、四半世紀にわたり1位の座にあります。1948年に食品衛生法が施行されて以来、もっぱら細菌・化学物質・自然毒を対象とした予防対策が取られてきました。原因物質としては新顔に当たるウイルスはこれらとは異なる性質のものであり、延長線上の対策では多くの死角が生じることになります。

ウイルス性食中毒が規定される前までは、食品の取り扱いに不備があって細菌が増殖し、それを摂食した者が食中毒を発症するという認識が一般的でした。食中毒予防の三原則（つけない、増やさない、やっつける）は、いわばそうした先人が千思万考の末に得た知恵の集大成です。一方、細菌性食中毒を想定して考え出された三原則が遵守されていたとしても、ウイルスに対しては当てはまらない部分が存在するため、そこが落とし穴となってしまうことが多いのです。確実に予防するには、“つけない”しかないのが現実です。死角となりやすい点を以下のとおりまとめましたので、HACCPにおける衛生管理計画書を作成する際に参考にいただければよいでしょう。

■食品の鮮度

ウイルスは細菌と違って、生きた細胞に感染しなければ増殖できないという特徴があります。特に、食中毒の原因として大きな割合を占めるノロウイルス（NoV）はヒトの小腸粘膜でしか増えることができません。つまり、NoVは食品中では増えることができず、またNoVによって食品が腐敗することはありません。カキ等の二枚貝がNoVによる食中毒の原因と成り得ることは、広く知られるようになりましたが、新鮮なものを提供しているから大丈夫といった認識は間違いです。また、生野菜等のように一見して新鮮に見える食品であってもNoVが付着していれば食中毒の原因となります。むしろ、味や匂いに変化がないため、異常に気付かないというリスクがあります。予防三原則の内、“増やさない”は、食中毒細菌や腐敗細菌の増殖を抑制するためのものですが、同時に食品を適切な温度管理下に置くことで鮮度を保つことにも繋がります。しかし、そもそもウイルスは食品中では増えないので効果はありません。「ウイルス性食中毒には食品の鮮度は関係ない」ことは啓発ポイントとして重要です。

■食品の加熱調理

厚生労働省作成の大量調理施設衛生管理マニュアルでは、NoVによる食中毒対策として85～90℃で90秒以上の加熱調理を求めています。一般の飲食店等においても加熱調理をしっかりと行えば食中毒を防げるとの認識が浸透しています。予防三原則に“やっつける”という言葉が入っている所以です。しかし、十分な加熱調理がなされているに関わらず、食中毒が発生するのは何故でしょうか。近年になって、パンソルビン・トラップ法やA3T法のような食品中のNoVを検出する方法が開発され、実際の食中毒事例における汚染状況がわかるようになってきました。その結果、十分に加熱調理された食品からNoVが検出される事例が数多く確認されており、加熱後の汚染が強く疑われる状況であると考えられます。一例を挙げるならば、ホウレンソウのお浸しを作るにあたって、最初は鍋で十分煮るのでNoVが付着していても“やっつける”ことができます。しかし、その後は冷水中に浸けてから手で絞って水切りをし、包丁で切って皿に盛り付けるというプロセスを経ることになります。そのとき手にNoVが付着していたとしたらどのような帰結を招かせしめるかは言うまでもありません。食中毒予防のために加熱調理は有効ですが、その後の汚染には十分な注意が必要です。

■感染者の管理

NoVに感染すると激しい嘔吐と下痢が起こるものと一般には知られていますが、その症状に着目して感染者の管理を行うのは対策として不十分です。ある成人の症例によると、カキを生食した60時間後に、胃部不快感が出現し、その後、悪寒、全身倦怠感、腹部膨満感、放屁が見られたものの、嘔吐・下痢はありませんでした。1日後に症状は軽快したものの、NoVの排泄は18日間継続しました。本症例は胃部不快感だけで下痢はなく、むしろ便秘とガス貯留が主訴となったことから、NoV感染によって腸の蠕動運動が低下することによる麻痺性イレウスが生じていたものと推察されます。こうした軽症の成人感染者が医療機関を受診するとは考えにくく、その軽い症状も速やかに消失していることから、何ら気にすることもなく仕事に従事していたものと思われる。軽症・無症状の感染者が調理を担当したことにより食中毒を発生させるに至ったと考えられる事例は多数報告されています。食品取扱施設で実施されている健康チェックや、食中毒事例の際の聞き取り調査項目として、典型的な嘔吐・下痢・発熱だけではなく、症状の多様性を考慮して、胃部の異常、便性状の変化（便秘も含む）、倦怠感等を加えると、NoV感染者の把握がよりの確になるものと考えられます。また、現在症状があるかだけでなく、遡って症状があったかを確認することも大切です。

■流行季節

これまでNoVは冬季に流行するものと認識されてきており、予防対策もそれに合わせて強化されることが多いと思われます。ところが近年は、年末年始の時事に加えて、4～5月に感染性胃腸炎の流行ピークが見られるような傾向が続いています。感染性胃腸炎はサポウイルス、ロタウイルス、アデノウイルス、病原性大腸菌等の様々な病原体が原因となり得ますが、同時期に集団感染事例等で採取された検便からNoVが多く検出されていることから流行ピークを形成する主要な病原体と推定されます。また、下水からは、ほぼ通年でNoVが検出されており、放流域における海産物にも影響が及んでいます。夏季であっても油断はできません。

企業や市民団体の食への取り組み

カルビー株式会社

掘りだそう、自然の力。

Calbee

私たちカルビーは、創業者松尾孝の「健康に役立ち、安全で安価な商品づくりと、未利用な食料資源を活かした商品づくりを目指して、社内の英知を結集するために企業を組織する。」という創業精神のもと、「商売は人助け」の信条を受け継ぎ、「自然の恵みを大切に活かし、おいしさと楽しさを創造して、人々の健やかなくらしに貢献します。」との企業理念を掲げ事業を行っております。カルビーの研究開発は、「一人・一研究」の熱い思いがDNAとして受け継がれており、外部環境の変化を先取りした商品づくりで、常に新しい価値を創出しています。そして、研究開発部門では「お客様や社会の課題を解決する商品で世の中を変化させる」というミッションのもと、未来を創る夢を抱いて活動に動んでおります。



カルビーの事業活動は地球が育んだ自然素材によって支えられています。豊かな自然環境の維持と事業活動の両立のため、温室効果ガス排出量やフードロス、水使用量の削減、プラスチック資源循環、RSPO認証パーム油への切り替えなどを進めています。研究開発部門では、プラスチック容器代替・削減に向けて、プラスチック資源循環の推進目標を設定しました。2030年までに、石油から新たに作られるプラスチックを使用した包装容器を50%削減し、環境配慮型素材の導入を目指します。さらに2050年までに、包装容器に使用する素材の100%環境配慮型素材への転換を実現するため、包材メーカーや包装設備メーカー等とも協力しながら取り組んでおります。

カルビーグループでは主力商品である「ポテトチップス」「じゃがりこ」等の主原料の「ばれいしょ」に関しては、種子の開発・育種から始まり、製品としてお客様に届ける店頭に至るまで、一貫したバリューチェーンを構築しています。このバリューチェーンを10プロセスと呼び、各プロセスは後工程に対して100%の品質保証をすることで、品質保証とトレサビリティを実現しております。また、「品質保証方針」を、「顧客の立場に立った品質づくりを推進し、顧客の信頼と満足を得られる「安全・安心」「安価」で「おいしい」商品の継続的な提供の実現を目指す」と定め、「お客様ファースト」を掲げています。業務プロセスでわずかな誤差が発生した時に、「やり直したら間に合わない」とか「手間やコストがかなりかかってしまう」と躊躇することがあり得ます。そんなときに迷いを打ち消して、お客様にとって最善の判断を、自信を持って行うための指針となっています。



カルビーグループは、これからも、ライフラインをつなぐ食品企業として、サステナビリティを経営の根幹に据え、食を通じて社会課題を解決することで、新たな食の未来を創造してまいります。