

食品製造・調理の現場に望まれる微生物知識の普及

藤井 建夫

ふじい・たてお（東京水産大学食品生産学科）

1. まだまだ薄い安全性への関心

わが国の食品衛生の現状をみると、食中毒の多発した戦後間もないころに比べて、食品の貯蔵・加工技術は飛躍的に発達し、腐敗・変敗や食中毒事例が激減したのは事実であるが、1996年のO157事件や2000年の雪印乳業食中毒事件など大規模食中毒事件が起こって分かるのは、調理施設や食品工場における従事者の微生物知識がいぜん貧弱ということである。これは個々人の問題というよりは、食品の安全性に対する社会全体の関心がまだまだ薄いことの現れであるように思われる。

食品と微生物の関わりは、人に有用な面と有害な面の2つに分けることができる。研究の分野でいえば、微生物利用・発酵食品などの分野と、微生物制御・食品衛生などの分野ということになる。このうち、一般に人々の関心が高いのは発酵やバイオテクノロジーを駆使した微生物利用の分野であって、腐敗・食中毒防止のための微生物制御の分野は今も昔も相対的に地味な分野である。前者はものを作り出すという点で前向きであるのに比べ、後者は非生産的で防御が目的であることから思えばやむを得ないことかもしれない。国や県の食品関係の研究機関をみても微生物制御の専門家は極めて少ないのが現状である。研究員100人以上を擁する食品メーカーの研究所においても、食中毒菌や腐敗微生物の専門家は皆無に近いところが多いと聞く。中小のメーカーであればなおさらであり、開発に追われ、防御にまでは手が及ばないのであろう。

そのような状況の中で、近年、食品業界全般に食品衛生、とくに微生物危害についての関心が高まりつつある。その理由はいくつかあるが、まず、世界的に新興・再興の食中毒が蔓延しており、わが国でも1996年夏に腸管出血性大腸菌O157による食中毒が大発生したこと、またその前年の5月には食品衛生法が改正され、衛生管理システムの国際的なスタンダードであるHACCP（食品の危害分析・重要管理点方式）の考え方がわが国にも正式に導入されたことの影響が大きいと思われる。また最近では、消費者嗜好の変化に合わせて、熱処理を控えたり、低塩・ソフト化した多様な製品が作られるようになり、微生物的問題が起きやすくなっている。その一方では、期限表示やPL法などの関係で、メーカー自身が個々の製品の品質に責任を持たざるを得ない状況になりつつあることなどが挙げられる。

以下ではここ数年のあいだに起こった大規模食中毒について、食品現場における衛生管理の実情や問題点をみてみたい。

2. 加工乳によるブドウ球菌食中毒事件

雪印乳業大阪工場で製造された「低脂肪乳」「毎日骨太」などの製品による集団食中毒は、6月27日に大阪市内で最初の届け出があつて以来、近畿地方全域のほか、中国、四国、北陸、三重、大分の計15府県に拡がり、患者数は8月13日現在で14,466人にのぼっている。1件の食中毒としては、平成8年に堺市で起きたO157事件をはるかに上回る大規模食中毒である。

今回の事件については、食中毒の原因に関係する直接的な問題のほか、経営陣の危機管理意識の低さや事実隠しの体質、食品メーカーとしての社会対応のまずさなど、多くの問題点が連日報道されている。またこれを機に、他メーカーの製品でも乳酸菌混入や次亜塩素酸ソーダの濫用による異臭事件、表示の誤記入による回収事例など、普段であれば記事にならないかもしれない事例も多く報道され、食品の品質・衛生管理の面でまだまだ問題が多いことを想像させる。

今回の事件はいくつかの点でわれわれにとって予想外の出来事であった。

その第一は、わが国の牛乳は殺菌されているので食中毒の危険性はほとんどないといわれていたが、そうではなかったということである。牛乳の殺菌条件は90%以上が120℃数秒の超高温瞬間殺菌処理（UHT）で、ほかに62～65℃30分間加熱や75℃15秒加熱の高温短時間殺菌（HTST）などが行われている。ブドウ球菌もこの条件では死滅するので加熱後の製品でブドウ球菌食中毒は起こり得ないということになる。しかし問題は、殺菌前にブドウ球菌が増殖して毒素（エンテロトキシン）を作っていた場合である。ブドウ球菌自体は加熱に弱いが、一旦作られた毒素は極めて耐熱性が強いからである。事件発生当初の原因説明では、漠然と洗浄不足や取り扱いの不備による複合汚染が原因といわれていた。それではなぜ特定の時期だけに、しかも複数の工場の製品で本事件が発生したのかというようなことが疑問であったが、その後原料の脱脂粉乳の製造過程（大樹工場）で停電が起こり、そのため毒生成が起こっていたことが分かり、原因はかなりクリアになった*。

もう一つ予想外と思われたのは、この工場の製造ラインが厚生省からHACCPの考え方を取り入れた総合衛生管理製造過程の承認を受けていたことである。HACCPは最も合理的な衛生管理システムのはずである。それが十分機能していなかったということになる。前にも「月刊HACCP」誌（1998年5月号）等にも書いたことがあるが、わが国ではHACCP（総合衛生管理製造過程）の承認を受けることが目的化していて、それが正しく運用されることについては関心が低いように思われる。HACCPは承認を受けたときの作業手順が正しく守られることによって初めて安全性が確保されるシステムであるにもかかわらず、今回の事例では承認時になかったパイプや工程を設けたり、期限切れや品質劣化の可能性のある原料乳を再利用していたり、洗浄マニュアルが無視されていたり、記録がなかったり、多くのルール違反が指摘される。承認を受けたHACCPの7原則の中にもシステムが効果的に機能しているかどうかを検証する項（原則6）が含まれているが、これも行われていなかったであろう。これはメーカーだけの問題でなく、国のシステム自体に承認後のHACCPのチェック機能が不足しており、今後早急に見直しが行われることになっている。

*この項は9月上旬に記したものである。その後、本食中毒の原因は、脱脂粉乳の製造過程で3時間の停電が起こった際に、濃縮した脱脂乳を一時的に貯蔵するタンクの冷却装置が停電後も約8時間稼働せず、その間タンク内の脱脂乳温度が30～40℃（通常は10℃以下）に上昇したまま放置されたため、ここで毒素が大量に生成されたと考えられている。

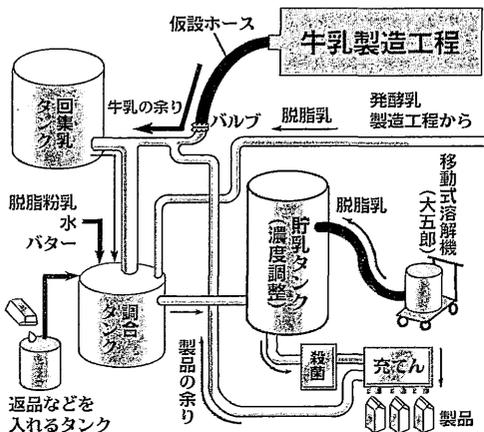


図1 雪印乳業大阪工場の低脂肪乳製造工程 (朝日新聞より)

雪印食中毒事件の報道を通じて多くの人が素朴に意外と感じたのは、これらのことよりも、食品加工の現場に安全性(微生物)の分かる責任者が配置されていないということであったかもしれない。

今回の食中毒事件で最も多く患者の出た低脂肪乳の原料は、脱脂粉乳と水、バターで、これらが調合タンクで攪拌・調合された後、貯乳タンクに集められ、濃度を調整されたのち、加熱殺菌され、パックに充填される(図1参照)。この工程では、余った牛乳や低脂肪乳のほか、一度流通に乗って売れ残って返品されたり、品質保持期限が切れた製品までが再利用されていたという。運送業者がパックを素手で開封し、専用のタンクに集め、回収液として新たな加工乳の原料に回していた。この作業は屋外で行われることもあるという。

また脱脂粉乳の溶解は、手押し車に乗せた移動式の溶解機(「子連れ狼」の大五郎に乗せた乳母車に見立てて大五郎と呼ばれている)を用いて、水を注いでスチームで加温しながら、大きな泡立て機のような器具で攪拌する作業をしていた。この作業は屋外で手作業であったという。溶解された脱脂乳は屋外の貯乳タンクにホースで移される。

これらの工程をみていると、他にもいくつか問題点が見えてくる。たとえば、回収液をタンクに集める作業や、それを調合タンクへ移す作業、脱脂粉乳の溶解作業は相当粗雑に行われていたように思われる。屋外か、それに似た場所で行われていたが、食品を扱うセンスではなかったであろう。常温でかなり長時間放置されることはなかっただろうか。貯乳タンクは10℃以下に保たれていたというが、冷却機の故障や温度管理ミスはなかっただろうか。貯留時間はどれくらいであったのだろうか。保温された脱脂乳が加えられた時にしばらく高温の状態が続くことはなかっただろうか。大五郎の脱脂乳は貯乳タンクの加工乳の濃度調整に用いられていたが、残った脱脂乳がそのまま放置されることはなかっただろうか。

工程図を見てもう一つ気になることは、十分な洗浄殺菌が困難と思われるパイプ(ホース)がいくつもあることである。しかもそれらは仮設の冷却の効かないものである。毎回の作業後に洗浄をしていたであろうか。汚れたホースの中に水たまり状態があればそこは微生物の絶好の住処となる。ブドウ球菌の汚染があればそこで毒素も生産される。次の作業時に高濃度の細菌と毒素が調合タンクや貯乳タンクに移され、温度管理が不十分であればそこでまたブドウ球菌が増殖することになる。

ある程度食品衛生の分かる人が工場内を歩いてみれば、いくつも疑問点に気がつくはずである。問題は、わが国のトップ企業でこのような作業を日常行っていて誰も疑問に思わなかったという点である。この食品製造現場に微生物の分かる人がいなかったということである。ラインの責任者に微生物の知識を持った人がいれば、細菌が増えるような状態を見過ごすことはなかったであろう。

3. いか乾燥菓子によるサルモネラ食中毒事件

「バリバリいか」など、子供のおやつとしてお馴染みの乾燥いか菓子によるサルモネラ食中毒が最初に発生したのは平成11年3月20日、川崎市においてであった。子供会で配られたいか菓子を食べた小学生11人と父母2人が食中毒にかかり、8歳の男児が入院した。調査の結果、バリバリいかからサルモネラが検出され、患者の便から分離された菌と一致した(4月2

日発表)。4月8日には原因食品の供給元として青森県のM社が特定され、9日には青森県が同社に対して回収命令を実施した。その後、この食中毒は川崎市のほか、千葉市、東京都、富山市、岐阜市など、全国規模で発生していることが分かり、4月26日には青森県において本食中毒事件の第1回原因究明委員会(委員長：品川邦汎教授)が開催された。以下はその最終報告(6月21日記者発表)による。

本食中毒患者の発生状況は山梨県を除く全国46都道府県で1,505人に及び、もっとも早い発症は平成10年12月19日であった。原因菌はこれまでほとんど食中毒例のない *Salmonella* Oranienburg および *S. Chester* で、原因食品はM社が平成10年10月上旬以降に製造したイカ乾製品であった。この製品は加工原料として多数の小分け業者に出荷され、さらに多くの卸業者が介在し、「バリバリいか」、「お好みちんみ」、「おやつちんみ」、「するめジャーキー」、「するめそーめん」など21の商品名が付けられ、複雑な流通経路を経て、全国の小売店で販売された。

表1 製造施設、従業員の検便、周辺環境からのサルモネラ検出状況

検 体		陽性数/検体数	検 体		陽性数/検体数
製造施設(初動調査時)	水切りザル	1/1*	検便	女性	3/4*
	水 槽	1/1*		男性	12/22*
	製品くず	1/1*		合計	15/26*
	乾燥用アミ	1/1*	周辺環境	海鳥の糞	1/10*
	カッター	2/2*		イヌの糞	0/11
	作業台	1/1*		ネコの糞	0/9
	使用水	2/2*		ネズミ及びネズミの糞	0/2
	排水溝	2/2*		昆虫類	1/12
	冷却塔	1/1*		海面のゴミ	1/1*
	調味液	1/2*		海水	0/3
			下水	1/2*	

(備考) *は全てサルモネラ・オラニエンブルグが検出された。使用水については蛇口の汚染等によるもの。(青森県サルモネラ・オラニエンブルグ食中毒事件原因究明検討委員会資料)

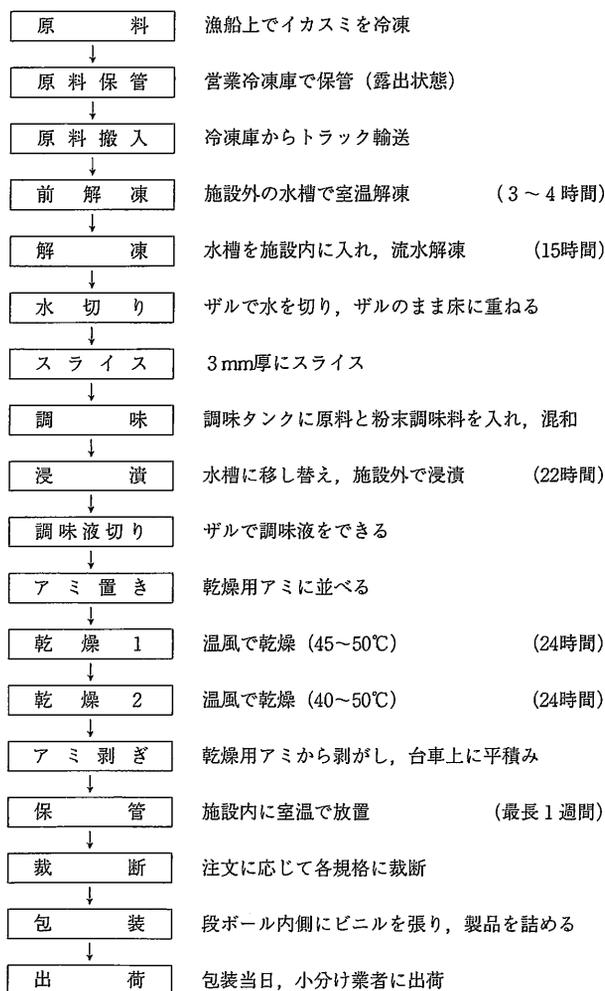


図2 いか乾製品の製造工程(出所:表1と同じ)

事件後の原因調査で海鳥の糞便から原因菌と同一菌種が分離されているが、汚染源を特定することはできなかった。このM社では、施設、設備、器具

・機材の洗浄は水洗いだけで、洗浄・殺菌剤を使用しなかったことがなく、調べた多くの

器具・機材から本菌が検出されており、本菌は生残性が強いいため汚染が工場全体に拡散していた(表1)。

製造工程(図2)には、たとえば、原料の解凍が屋外で行われていたり、水切りのザル等が床に直置きされているなど不適な点が多く見られた。とくに乾燥条件は45~50℃(設定温度)、一昼夜で、サルモネラの増殖に適した温度であった。製造工程中には殺菌工程がないため、一旦汚染され、増殖したサルモネラ汚染を排除することはできず、本菌が増殖した状態で小分け業者へ出荷されていたと考えられる。

施設責任者や従事者には食品を扱っているという認識が欠如しており、従業員の衛生管理も極めてずさんで、手洗い設備には石鹸がなく、トイレ専用の履き物もなかった。従業員の衛生教育などもほとんどなされていなかった。

この工場では製造工程に関する記録管理がなされておらず、小分け業者においても原料受け入れ、製造、販売などのロット毎の管理が不徹底で、流通経路も複雑なこともあり、汚染商品の回収に支障を来したことが被害の拡大の原因となった。

4. イクラ醤油漬けによるO157食中毒事件

平成10年5月下旬から6月下旬にかけて、東京都、富山県、千葉県、神奈川県、大阪府でO157食中毒事件が発生、原因食品は北海道のN物産で製造されたイクラ醤油漬けであることが判明した。感染者は62名(患者49名、二次感染者13名)にのぼった。患者のうち、12歳以下の低年齢層が37名(75.5%)を占めた。神奈川県内に残されていたイクラ醤油漬け46検体中、4検体からO157が検出されたが、工場立入検査の結果、残存したイクラ製品からはO157は検出されず、汚染源は特定できなかった。O157の汚染原因について、以下では「原因究明検討委員会」(札幌医大・藤井暢弘教授他)の報告書をもとに述べる。

イクラ醤油漬けの製造工程(表2)のうち、まず原料段階(サケ)での汚染については、魚卵(10検体)はほぼ無菌状態であり、また漬込液の製造過程は85℃15分の加熱工程があり、デッドスペースができないように液を循環しており、容器への充填も70℃以上のホットパックであることなどから、その可能性はないと判断された。また、製造月日が平成9年9月15日の未開封製品から患者便と同じO157株が検出されていることから、流通段階での汚染ではないと考えられた。

一方、工場の立ち入り調査の結果、次のような不備が指摘された

- ・食品工場への魚卵搬入口の構造が外部からの汚染を防止するようになっていない。
- ・手洗い施設、トイレなどの数が従業員に比べて少ない。
- ・温度管理がされていない。

表2 イクラ醤油漬けの製造工程

第2加工場	サケの搬入-鮭の開腹-魚卵抽出
フォークリフトで戸外を搬送(一時的に冷蔵庫で保管する場合がある)	
食品工場	洗浄-卵開-流水洗浄-水切り-揉み解し-溜め水洗浄①-溜め水洗浄②-計量-水切り-漬込-熟成-計量-容器包装
フォークリフトで戸外を搬送	
冷凍庫	冷凍

(北海道産イクラによる腸管出血性大腸菌O157食中毒事件原因究明検討委員会資料)

- ・使用器具の使用区分が不明確で、洗浄殺菌が不十分である。
- ・回転式フォークリフトの使用区分がされていない。
- ・従業員の衛生教育や健康管理がなされていない。
- ・従業員は自宅から作業着や長靴を身につけて来ていた。
- ・従業員の作業分担が不明確で、不定期に違う作業をしていた。
- ・鼠族昆虫の定期的駆除がされていない。
- ・醤油漬け製造時にはハエの集まりやすい環境にあった。
- ・使用水の定期的な点検、水質検査は行われていない。
- ・不良品の回収プログラムがなく、返品の原因や品質の確認なく再出荷していた。
- ・製品の細菌検査結果（高い生菌数）が製品の取り扱いに反映されていない。
- ・製造記録がない。
- ・従事者の作業動線が交差している。
- ・魚卵が戸外をフォークリフトで搬送されている。
- ・溜め水洗浄水や流水洗浄水が排水溝まで食品工場の床を流れていく。
- ・処理工程中に低い位置におかれたイクラが跳ね返り水を受ける。
- ・1日の処理能力を超えて（作業時間を延長して）魚卵処理が行われることがある。

このようなことから、O157の汚染経路は、当該加工場内設備・機械器具等の不衛生な状態、製造工程中における食品の不衛生な取り扱い、廃棄物コンテナ、作業用車両または従事者の長靴により加工場に持ち込まれたO157が加工場の床、魚卵摘出台等を汚染し、床や廃棄物コンテナの洗浄水等による跳ね返りや、魚卵摘出台等から魚卵を部分的に汚染し、さらに汚染された魚卵が食品工場へ搬送され、主に溜め水（2%塩水）洗浄の工程でこの溜め水を汚染し、その後溜め水交換が行われるまで他の揉み解し後のバラコを少量のO157で汚染を繰り返していったと考えられている。

5. 学校給食によるO157食中毒事件

平成8年に堺市の小学校で起きたO157事件（患者5,727名、死者3名）の概要については省略するが、当時の報道によると、学校給食の食材は毎朝1カ所の集荷場から市内全校へ配送されてお

表3 学校給食における食中毒発生状況

年度	原因菌等	件数	有症者数	死者
平成8	サルモネラ	5	2,861	0
	黄色ブドウ球菌	2	281	0
	病原大腸菌	9	7,994	5
	カンピロバクター	1	203	0
	ウエルシュ菌	1	312	0
	(セレウス菌*)	1	242	0
	計	18	11,651	5
9	サルモネラ	3	850	0
	病原大腸菌	1	355	0
	カンピロバクター	1	588	0
	ヒスタミン	2**	220	0
	不明	2	358	0
	計	9	2,371	0
10	サルモネラ	1	204	0
	病原大腸菌	1	1,184	0
	カンピロバクター	1**	167	0
	セレウス菌	1	58	0
	ヒスタミン	1	25	0
	不明	2	1,002	0
	計	7	2,640	0
11	サルモネラ	1	862	0
	カンピロバクター	1	149	0
	ウエルシュ菌	1	9	0
	ヒスタミン	1	34	0
	小型球形ウイルス	1	644	0
	計	6	1,698	0

*黄色ブドウ球菌と一緒に検出されたもの

**推定

(文部省資料より集計)

り、最も遠い学校では30kmの距離を保冷設備のないトラックの荷台に積まれて運ばれていたという。さらに驚いたことに、受け手の学校側にも保管用の冷蔵庫がなかったという。真夏に早朝から昼前まで、そのような状態で魚や肉を放置していても現場では見過ごされていた。

学校給食といえば、最近アレルギー様食中毒の発生が目立つ(表3)。原因食品はたいてい人気メニューのカジキの照り焼か竜田揚げである。学校給食のシステムには残念ながら微生物制御の面からは不合理な取り扱いが多くみられるようである。たとえば微生物汚染の原因ともなる食材の無駄な荷動きが目立つ。学校給食では原料が当日の朝に調理施設(給食センター)へ解凍された状態(切り身)で搬入されるように決められていて、原料のカジキはそれまでに、市場→卸業者→解体業者→切り身業者等を転々とし、最後に調理施設から学校へ配送される仕組みになっている。この間カジキは何度も無駄な解凍、冷蔵保管と積み卸しが行われる。また、切り身状態のカジキは、入荷から調理までの数時間、場合によっては調理台のそばの暑い環境中に放置されることもそう珍しくはないそうである。(その間に菌が増えて原因物質のヒスタミンができる)。最終的に加熱するという安心感があるためかもしれないが、実際にはいったん生成されたヒスタミンは調理加熱では分解されないの、食後に蕁麻疹を起こす。

学校給食は量が多い上、昼には提供しなければならないという制約があるため、時には翌日に使う卵を前日に割卵して、大型の容器(ボールなど)で翌日まで室内に保管しておくことや、その容器を軽く水洗いしてドレッシングの調合に使うようなこともあるという。卵にサルモネラが付着していた場合には極めて危険であることが理解されていないのである。

かなり問題の多い衛生管理状態にもかかわらず、学校給食の現場でこのようなことにさほど疑問が湧いてこないのは、微生物の基礎知識が欠けていて、食品の安全性があまり意識されずにきたからではなかろうか。栄養士は文字通り栄養を考え、調理師は美味しい給食を作ることに熱心であるが、安全性についてはどうか。子供の親たちも美味しくて栄養のある給食を望んでおり、数値化しにくく目に見えない安全性にはまだ関心が薄い。

6. 微生物の分かる専門家の育成を

上述のいくつかの食中毒事例からみる限り、食品製造や学校給食の現場はいまだにかなりお粗末な衛生管理状態であり、食品の安全性があまり意識されずにきたことは事実であろう。栄養士や調理師も含め、食品の加工や調理などに携わる人たちの安全性への関心はまだまだ薄いとわがざるを得ない。

食品の製造現場における衛生管理の不備と微生物に対する認識不足から生じる様々な問題の多くは、HACCPというよりは一般的衛生管理プログラムの課題であり、そこでの衛生・微生物教育の充実が望まれる。一方HACCPにおいても、その承認申請や運用に際して微生物に関する基礎的な知識は不可欠であるが、わが国ではこの数年、HACCPの普及と導入を急ぐあまり、微生物知識の修得がなごりにされてきたように思える。仏作って魂入れずといわれても仕方のない状態である。早急に関係者への微生物の基礎教育が望まれる。

また学校給食の安全性確保のためには、従事者への微生物知識の普及が必要であることはいうまでもないが、現状をみるに、栄養士、調理師に加え、微生物の分かる「食品安全士」とでもいふべき専門家の配置が必要ではなかろうか。