

アサマNEWS パートナー

1988-9 No. 6

食 品 衛 生 ミ ニ 講 座

6. サルモネラとその食中毒

—わが国食中毒の御三家の1つ

サルモネラ食中毒の事例

欧米ではサルモネラによる食中毒が件数で首位を占めているが、わが国では毎年、腸炎ビブリオ、ブドウ球菌に次いで第3位に位置し、全細菌性食中毒事件数の約10%を占めている。次に代表的な事例を紹介しよう。

〈事例1〉豚レバーによる食中毒

昭和53年4月29日、福島県郡山市のM電工で患者95名（発病率46.1%）、死者1名を出す事件が発生した。当日、工場関係者とその家族ら約350名が参加して園遊会が催され、会場内に焼き鳥、おでん、焼きそばなどの模擬店が設けられ、昼食に折り詰めずしが配られた。同日午後7時頃から、発熱（100%）、下痢（100%）、腹痛（94.6%）、関節痛（26.5%）を訴える患者が出始めた。

検査の結果、患者の糞便、豚レバーの串焼き（焼き鳥）の残品および納入業者の冷蔵庫内の生レバーからネズミチフス菌（*S.typhimurium*）が検出され、豚レバーの焼き鳥が原因食品と断定された。本事件はサルモネラに感染した豚のレバーが串に刺され、模擬店頭で調理するまで室温に放置されている間に、菌が増殖し、さらに調理加熱が不十分であったため菌が生き残り、これを摂取したため中毒が発生したものである。

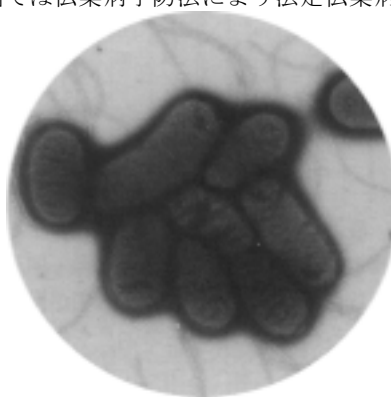
〈事例2〉さつま揚げ食中毒事件

やや古い事例であるが、昭和43年6月、宮城県、岩手県下で「さつま揚げ」によって608名が食中毒にかかり、4名死亡するという事件が発生した。原因となった「さつま揚げ」は塩竈市内のH商店製のもので、原因菌としてゲルトネル菌（*S.enferitidis*）が検出された。調査の結果、次の2つのことが判明した。第1は、この工場の「さつま揚げ」の製造工程で加熱が不十分であったことが県衛生部の調査と再現実験で明らかにされた。サルモネラ菌は本来熱に弱い菌なので、通常のさつま揚げの加熱条件で十分に死滅するはずである。第2は、工場の中にネズミがかなりいて、捕獲したネズミから原因菌と同一のゲルトネル菌がかなり高率に検出されたことである。つまり、この事件は、ネズミによってばらまかれたサル

モネラが、原料を入れる容器などを汚染し、これに入れた刻み野菜やすり身中で菌がおびただしく増殖したこと、さらに上記のように、加熱工程の管理の不行き届きが重なって、このような大事件を引き起こしたものである。

サルモネラ菌のプロフィール

サルモネラ（*Salmonella*）は大腸菌や赤痢菌と同じ腸内細菌科に属し、ある特定の性状を示す細菌の属名である。この菌には2,000に近い菌型（血清型）がある。サルモネラのすべてに病原性があるわけではなく、ヒトになんらかの疾病を起こさせるのが約半数で、急性胃腸炎症状の食中毒の原因となる菌型が約50知られている。腸チフス菌、パラチフス菌はヒトの経口伝染病菌として有名であるが、わが国では伝染病予防法により法定伝染病菌に指定されていて、食中毒菌とは区別されている。ただし、米国やWHOなどでは、サルモネラによる病気は一括してサルモネラ症 *Salmonellosis* として取り扱われている。



電子顕微鏡で見た
サルモネラ菌

サルモネラ食中毒の発生状況

わが国では毎年100～130件、2,500～2,700名の患者の発生が見られる。他の細菌性食中毒同様6～9月の夏季に多く発生するが、年間を通じて発生するのが本菌食中毒の1つの特徴である。

食中毒の原因施設として飲食店、仕出し屋、家庭、事業所などで多く発生している。わが国の食中毒の原因菌として検出頻度の高いのはネズミチフス菌、ゲルトネル菌、トンプソン菌（*S.thompson*）、インファンティス菌（*S.infantis*）、リッチフィールド菌（*S.richfield*）などで、特にネズミチフス菌の検出率は極めて高く、30～40%にも達する。

サルモネラ食中毒の特徴

（1）どのような食品での中毒が多いか

サルモネラ食中毒の多い欧米諸国では、その原因食品のほとんどが食肉や食肉製品によるとされている。しかし、わが国の原因食品は欧米とはかなり違っていて、過去には卵焼き、サラダ類、自家製マヨネーズ、卵豆腐など鶏卵やその加工品による事例が多かった。またガチョウやウズラの卵が原因食品となったこともある。昭和33年には浜松市内でイワシの削り節で32名の患者が出たが、44年10月には埼玉県、茨城県、岩手県などで富山県産の削り節で2,000名以上が、そして50年9月には清水産の削り節で静岡県下を中心に959名という大規模中毒が発生した。削り節によるサルモネラ食中毒の原因菌はいずれもゲルトネル菌によるもので、原料用の節類の保管中にネズミの排泄物で汚染したものといわれている。

昭和59年7月には長野県下でウナギの蒲焼きで118名が中毒にかかった。以上のように、わが国ではいろいろな食品でサルモネラ食中毒が発生しているが、都内で発生した事例の原因食品をまとめたものを表1に示した。

表1 サルモネラ食中毒80事例の原因食品
(1969～1985、東京都) (伊藤、1986)

原因食品	発生件数	原因食品	発生件数
食肉およびその加工品	40 (50.0%)	野菜およびその加工品	3 (3.8%)
豚肉 (加熱調理)	4	ごまあえ	1
牛肉 (生)	1	きゅうりの一夜漬	1
鶏肉 (生)	1	とうふ	1
(加熱調理)	11	洋菓子	1 (1.3%)
もつ (生)	18	パンパロア	1
(加熱調理)	5	複合調理食品	19 (23.8%)
卵およびその加工品	10 (12.5%)	サラダ	6
生卵	7	サンドイッチ	2
卵焼き	3	オムレツ	1
乳製品	2 (2.5%)	ロールパン	1
ミルクセーキ	1	ドリア	1
アイスクリーム	1	にぎりずし	1
魚介類およびその加工品	5 (6.3%)	かに玉定食	1
さしみ	1	冷やし中華	1
うなぎ (加熱)	3	中華料理	5
けずり節	1		

最近では「飽食の時代」とか「グルメ・ブーム」といわれるように、食べる側も、調理・加工する側もやたらに珍しさを追い、奇を衒う風潮が見られる。表1に示したように、牛レバーの刺し身や牛肉のタタキといった、今まで日本で食べなかった生の牛肉や内臓によって、都内だけでも20件ものサルモネラ食中毒が発生している。獣肉の生食は細菌だけでなく、トリヒナ（旋毛虫）や条虫類など寄生虫感染の心配もある。肉食が長い伝統となっている欧米各国や、豚など各種動物を消費する中国や東南アジアの国でも、内臓を生で食べるという話は聞いたことがない。一方では食生活の健康志向などと高尚なことを言いながら、現実には牛レバーの刺し身によるサルモネラ中毒が発生するわが国の現状は、全く理解に苦しむものである。

(2) 中毒の感染源とサルモネラの汚染経路

サルモネラ食中毒の発生経路は次の2つに分けられる。第1は、本菌は哺乳動物や鳥類の病原菌でしばしば腸管内に保菌されているため、食肉、内臓、鶏卵等のサルモネラ汚染率が高く、汚染源として重視されている（一次汚染）。市販生食肉の汚染調査成績を見ると、鶏肉で10

～30%、豚肉で10～20%、牛肉でも5～20%が陽性であったといわれ2)、生食をすることの多いウズラの卵も数%が陽性であったという。

第2は、二次汚染であって、汚染源からサルモネラ菌の汚染を受け、これが増殖した食品を摂取した時に中毒が発生する。汚染の機会、食品原材料の保管中、調理過程、調理・加工した製品の保存・流通過程などいろいろあるが、ことに保菌動物（ネズミやイヌ・ネコなど）の排泄物（糞と尿）や調理従事者（本菌の保菌者）または、汚染した食肉などの調理・運搬などに使用したまな板、調理器具、容器などを介して二次汚染することが多い。

(3) サルモネラ食中毒の症状

サルモネラ食中毒の潜伏期は6～72時間（普通12～24時間）。主要症状は腹痛、下痢、発熱で、ときに吐き気、嘔吐、目まいなどを伴うことがある。下痢は水様性から軟便程度といろいろで、血便や粘血便を排便することもあり、1日数回程度。発熱は38℃前後のことが多い。経過は一般に短く、主な症状は1～2日でおさまリ、1週間くらいで回復する。本中毒で死亡する率（致死率）は1%以下である。

サルモネラ食中毒の予防のポイント

本菌の食中毒は、腸炎ビブリオなどの感染型食中毒と同様、食品中でサルモネラ菌がおびただしく増殖し、その生菌を食品とともに摂取したときに発生する。本中毒予防の狙いは、まず感染源対策と菌の加熱殺菌または低温による増殖防止に要約することができる。

サルモネラ菌は芽胞を持たないので十分な調理加熱（本菌は65℃、5分程度の加熱で死滅し、それより高温になれば一層短時間で死滅する）は、有効な中毒予防対策になる。また10℃以下の低温では増殖しないので、食肉、鶏卵などの原材料は当然のことながら、加熱調理した食品でも、喫食するまで時間がかかるときには必ず低温保存、低温流通が予防の骨子になる。もう少し具体的に中毒予防のポイントを次に示そう。

① 調理施設、台所、食品倉庫、容器・器具の格納棚などはネズミ、ゴキブリ、ハエなどの侵入できないような構造と設備にすること。

② ニワトリやウズラなどの卵は、初めから本菌の汚染を受けていることが多いので（一次汚染）、加熱調理や製品の低温保持などの対策を考えること。

③ 牛肉、豚肉、鶏肉や内臓などは、しばしばサルモネラの汚染を受けているので生食を避けること（ただし、肉については汚染は表面に限られることが多いので、ロースト・ビーフやビフテキなどで表面を十分に加熱すれば、サルモネラ菌には安全となろう）。

④ 過去に中毒が多かった卵焼きや卵豆腐のほか納豆、糖分の少ないあん類、マカロニサラダ、魚肉ねり製品などはpHが中性に近く、かつ水分が多く（水分活性が高く）、本菌の汚染が起これば容易に増殖するので、原料や製品

がネズミ、昆虫類、調理人の手指や容器・調理器具等を介して二次汚染の起こらないよう防止に注意すること。

⑤ 食品の調理・加工従事者の定期的検便（月1回以上）の励行と、下痢症の人は直ちに医師に検診を受けさせ、完全に下痢が治るまで食品に直接接触させる作業を禁止すること。

文献 1) 伊藤 武：臨床栄養、69 (4) 339 (1986)

2) 坂井千三：メディアサークル、117、27 (1969)

(河端俊治：国立予防衛生研究所客員研究員・農学博士)

ワンポイント・レッスン

サルモネラの分類とカウフマン・ホワイトの抗原構造表

サルモネラ属の菌には極めて多種類の抗原（O抗原、H抗原）があつて、その組み合わせによって多数の菌型に分類されている。疫学または分類上の立場から、複雑多数のサルモネラの菌型（血清型）を同定するために使われているのが、カウフマン・ホワイトの抗原構造表である。この構造表はヨーロッパの細菌学者White (1926) およびKauffmann (1936) の先駆的研究業績に因んで名付けられた名称である。この表には現在2,000に近い菌型が記載されているが、1984年、本菌属が国際腸内細菌委員会で再整理され、サルモネラの菌種はブタコレラ菌 (*Salmonella choleraesuis*) を1菌種とし、この中に6つの亜種を置くことにした。今後、学問的な分類はこの方法に従わざるを得ないが、食中毒や疫学の立場では、従来からの血清型による分類が便利なので、当分は使われるものと思われる。

食品の微生物講座

微生物と酸素とのかかわりあれこれ

細菌、酵母、カビなどの微生物は文字通り生物の一種であるから生命の維持、発育、成長、世代交代、種の維持などのために各種の生物学的、生理化学的活動をしている。すなわち細胞の分裂、基質の分解（異化）作用、その際にエネルギーの授受の主な源となるATPの産生、消費および再生、異化作用で生成した微小成分の原形質膜を伸介とする取り込みと不用成分の排出、細胞自体の物理的運動などである。これらの一連の活動を酸素とのかかわりを中心にして考察してみよう。

(1) 酸素と微生物の発育性

分子状の酸素の摂取様式は微生物の種類によって異なるが、同じ属の微生物でもその種 (species) によって異なる挙動を示すものがあるので明確な区分はできないが、大別すると次のようになる。

①好気性菌：酸素が存在しないと発育しないもの（カ

ビ類、産膜酵母、大部分の**プロシドモナス**、**アシネトバクター**、**アルカリゲネス**、**モラキセラ**、**バチルス**、大部分の**ミクロコッカス**、**スタヒロコッカス**など）。

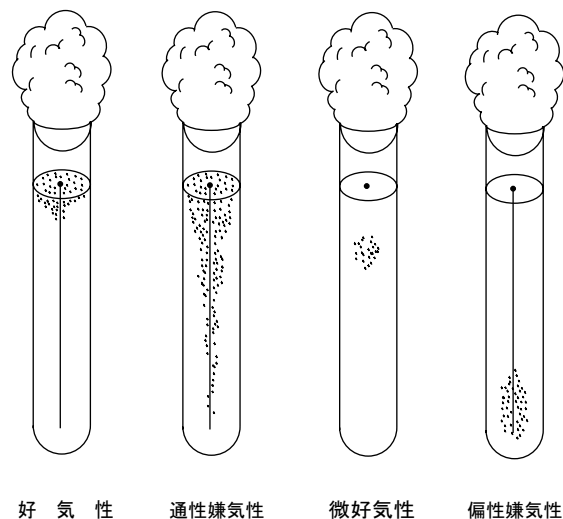
② 微好気性菌：微量の酸素の存在下でのみ発育し、過剰の酸素があっても、また全く酸素がなくても発育しないもの（**カンピロバクター**）。

③ 通性嫌気性菌：酸素があってもなくても発育できるもので、このタイプに属するものが多い（大部分の酵母、**エッシェリヒア**、**サイトロバクター**、**サルモネラ**、**シゲラ**、**エンテロバクター**、**ハフニア**、**プロテウス**、**エルシニア**などの大部分の腸内細菌、**ビブリオ**、**エロモナス**、**プレシオモナス**、**リステリア**など）。

④ 偏性嫌気性菌：酸素が存在すると発育しないもの（**クロストリジウム**、**バクテロイデス**など）。

なお、上記菌名の下線のうち——は腐敗性、----は食中毒性、====は病原性をそれぞれ示す。また図1に酸素

図1 各種細菌を綿栓寒天培地に穿(せん)刺し大気中で培養したときの発育パターン



好気性

通性嫌気性

微好気性

偏性嫌気性

の存在と上記各タイプの細菌の発育状況との関係を示したが、好気性菌は空気と接触する寒天表面で良好な発育を示し、通性嫌気性菌は空気との接触がない嫌気状の深層部でも発育できることを示している。微好気性菌は表層部よりやや下部の空気の浸透の少ない部分に発育し、偏性嫌気性菌は深層部だけに発育することを示している。

(2) 微生物は呼吸するか？

言うまでもなく微生物には肺がないので、動物のように肺呼吸によって酸素を取り入れるということはできない。しかし、ある種の微生物は原形質膜を通して酸素を取り込むことができる。これも一種の呼吸現象である。

このとき、外部から供給される空気中の酸素は末端の電子受容体の役目をするので酸素自身は還元されるが、逆に微生物が必要とする基質は酸化される。つまり酸素は酸化剤として作用する。この酸化還元 (OR) 反応はバランスを保って進行する。このように外部から酸素を取り入れてOR反応が進展する経路を好氣的呼吸と言い、この

経路によって基質を代謝する微生物を好気性菌と言うのである。この場合、微量の酸素濃度では発育するが、多量の酸素濃度ではかえって発育性が損傷されるタイプのものが微好気性菌である。

これに対して、酸素の代わりに硝酸塩や硫酸塩などを末端電子受容体とするOR反応の経路を嫌氣的呼吸と言い、この経路によって代謝活動を行う微生物を偏性嫌気性菌と言うが、この種の菌にとっては酸素はむしろ有害で生育が阻害されるだけでなく、殺菌的作用も示すのである。

通性嫌気性菌は、丁度これらの菌の中間に位置する微生物であると言えるもので、酸素があってもなくても発育できるほか、硝酸塩、硫酸塩だけの存在下でも発育できる。このタイプの微生物は発酵用微生物として産業的に大いに利用されている。

(3) 酸素の存在下でも発育できる偏性嫌気性菌!!

偏性嫌気性菌は酸素の存在下では発育できないと述べてきたが、実は好気的条件下でも発育できる場合がある。実例として、無包装のかまぼこの表面に偏性嫌気性のA型ボツリヌス菌の芽胞を接種培養したときの結果を表1に示した。この場合は、好気性菌と偏性嫌気性菌が混在しているので、好気培養条件下ではまず好気性菌が活発に発育する。それに伴ってかまぼこの内部の酸素も消費され、局部的に嫌気状態となる。このとき、付近に嫌気菌が存在していればその嫌氣的呼吸が進行し、嫌気菌が発育する。表1によればボツリヌス菌数は接種当日が100万個/cm²であったが、2日目には2,800万個/cm²に急増している。そして4日目にはA型ボツリヌス菌の毒素の産生が確認されたのである。

表1 無包装かまぼこにA型ボツリヌス菌を接種し、30℃で好気培養した時の細菌の発育とボツリヌス菌毒素の産生¹⁾

項 目	培 養 日 数			備 考
	0	2	4	
好 気 性 菌 数	240	2,000,000	-	供試かまぼこにはソルビン酸塩は無添加
嫌 気 性 菌 数 (ボツリヌス菌)	1,000,000	28,000,000	-	
官 能 所 見	正 常	腐 敗	-	
ボツリヌス菌毒	-	-	+	

ボツリヌス菌芽胞接種量：10⁶/cm²

なお、以上の結果は実は共雑する好気菌が嫌氣的環境を醸成してくれた結果によるものであって、嫌気菌が単独で好気下で発育したものではないことを改めて指摘しておきたい。

この実験例は表面的に見ると、好気菌の酸素消費により得られる嫌気状態を嫌気菌が間接的に利用したということ

になる。この嫌気状態のときのかまぼこ内部の酸化還元 (OR) 電位を測定すると、マイナス側の電位を示す。著者らが試作した密着密封かまぼこのOR電位は-160mVであった。また通気性のある簡易包装かまぼこでも加熱製直後のOR電位は、マイナス電位を示すが、大気中に放置しておく次第に電位は上昇してプラス電位となると、再びOR電位はマイナス側に低下する¹⁾。このことは何を物語っているかと言えば、(3)の見出しの通り好気的環境条件下でも基質食品のOR電位がマイナスであれば嫌気性菌であっても発育できることを如実に示しているのである。

ところで、このOR電位は人為的に調整することができる。アミノ酸の一種のシステイン、ビタミンの一種のアスコルビン酸、その他肝臓片、チオグリコール酸、チオ硫酸ソーダなどの還元剤を培地（あるいは食品基質）に添加すると培地（あるいは基質）のOR電位は低下し、大気中でも偏性嫌気性菌が発育できる。このOR電位の低下を利用して、逆に好気的環境下でも好気性菌の発育を阻止することもできるのである。従って(3)の見出しを“酸素の存在下でも発育できない好気性菌!!”と読み換えてもよいのである。

(4) 酸素と微生物との発育関係の食品保蔵法への応用

すでに述べたように酸素と微生物の発育性との間には密接な関係があるが、この関係を食品の保蔵法に応用した例としては真空包装、不活性ガス（窒素ガス、炭酸ガスなど）封蔵、脱酸素剤封入などがある。いずれも酸素を除くために脱気あるいは脱気後不活性ガスと置換する方法である。このような処理法は殺菌的方法ではなく、単に菌の発育を抑制する静菌的效果に期待する方法である。従ってひとたび開封して大気と再接触すれば、静菌的效果は失われ保蔵的效果は全くと言ってよいくらいに喪失する。従って、この種の加工食品は開封の有無にかかわらず、低温貯蔵、早期消費を常に心掛けることが必要である。また製造環境が劣悪な加工場のこの種の製品は、逆に危険な製品の製造を助長することにもなりかねないのである。たびたび引用される例であるが、熊本県で発生した“辛子れんこん”のボツリヌス中毒事件はまさにこれに該当し、なまじ嫌氣的な包装をしたために偏性嫌気性のボツリヌス菌の発育と毒化を促進したケースであったのである。

引用文献 1) 笹島正秋ほか：東海水研報、第95号、P.85～89より
抜粋 (1978)

(笹島正秋：元水産庁東海区水産研究所保蔵部長)

アサマ化成株式会社

E-mail : asm@asama-chemical.co.jp
http://www.asama-chemical.co.jp

・本 社／〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町20-3	TEL (03) 3661-6282 FAX (03) 3661-6285
・大 阪 営 業 所／〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル	TEL (06) 6305-2854 FAX (06) 6305-2889
・東京アサマ化成／〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-5	TEL (03) 3666-5841 FAX (03) 3667-6854
・中部アサマ化成／〒453-0063 名古屋市中村区東宿町2-28-1	TEL (052) 413-4020 FAX (052) 419-2830
・九州アサマ化成／〒811-1311 福岡市南区横手2-32-11	TEL (092) 582-5295 FAX (092) 582-5304
・桜 陽 化 成／〒006-1815 札幌市手稲区前田五条9-8-18	TEL (011) 683-5052 FAX (011) 694-3061