

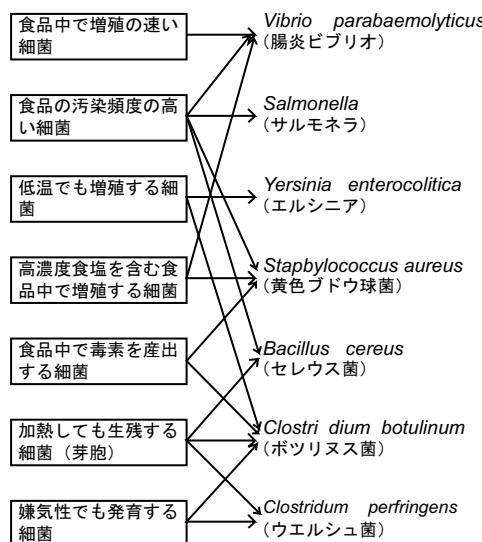
食品衛生ミニ講座

19. 細菌性食中毒予防のポイント（2）

—予防の観点から見た食中毒細菌の特性—

前号で、細菌性食中毒予防の3原則について解説した。その3原則とは、(1)清潔、(2)温度（低温保持と加熱殺菌）および、(3)迅速の原則である。これを確実に守ることが食中毒予防にとって大切なことは言うまでもないが、同時にこの原則は学校給食などの集団給食施設、旅館・飲食店・仕出し屋などの調理施設および食品工場における食品の取り扱いや調理・加工の安全対策の基本となるものである。今回はこの3原則の理解を助けるため、食中毒発生とのかかわりの深い食中毒細菌の特性（図1参照）について解説する。

図1 食中毒予防の観点よりみた細菌の特性



1 食品中で増殖の速やかな細菌

腸炎ビブリオは大腸菌やサルモネラに比べ世代時間（1回の細胞分裂に要する時間）が短く、気温が30°Cを超す夏の外気温では10分ごとに倍々と増殖する（大腸菌などでは約20分）。もし、腸炎ビブリオで汚染した刺し身を30°C以上の室温で放置すれば、調理から喫食までわずか3～4時間で発症菌量に達する。しかも、魚の腐敗細菌の増殖速度ははるかに遅いので、外觀や臭氣では刺し身には異常は全く感じられない。

2 食中毒細菌の汚染度の高い食品

原材料が食中毒細菌で汚染されているのは決して好ましいことではない。しかし、実際問題として生鮮原材料からはしばしば食中毒細菌が検出されている。例えば、夏季沿岸で漁獲される魚介類からはかなり高率に腸炎ビブリオが検出される。公設のと場でと殺され、合格の検印の押された牛や豚の枝肉表面からも高率にサルモネラ菌が検出されている。また鶏肉は内臓を含めサルモネラのほかにカンピロバクターが高率に検出されている。このほか食品によっては、ブドウ球菌、セレウス菌、ウェルシュ菌などがかなりの頻度で検出されている。ただ一般的に言って、新鮮な魚介類、食肉、鶏肉などの食中毒菌汚染菌量はそれほど高くない。従って、菌が検出されたから直ちに食用不適というわけではない。多くの細菌性食中毒は、飲食物中で原因菌がおびただしく増殖したものを見て発生するもので、微量の菌では発病することはない。しかし、菌量は少なくとも、食中毒菌で汚染された原料であれば、食品の調理施設や工場などで保管、取り扱いが悪かったり、加熱が不十分で生き残れば、菌は食品中でおびただしく増殖し、食中毒を引き起こすことになる。また、容器、器具あるいは調理人の手指などを介して加熱調理済みの食品への二次汚染により食中毒が発生する事例が多い。ことにわが国では弁当類、調理パン、惣菜類、にぎり飯などの食中毒事例が毎年多く発生しているが、主として二次汚染によるものである。

3 低温保存中でも増殖する細菌

表1に示したように、多くの食中毒細菌は10°C以下では増殖できないか、増殖してもその速度は極めて遅い（例：サルモネラ、病原大腸菌、腸炎ビブリオ、ウェルシュ菌、カンピロバクター）。食中毒を引き起こす黄色ブドウ球菌は6.1°Cで増殖できるが、この温度では毒素は产生しない（最低毒素產生温度、18°C）。周知のように、わが国の食品衛生法では牛乳その他数品目の食品に対し10°C以下の保存基準が設けられている。ところで、北海道や東北地方で自家製の「いづし」によって発生するボツリヌス食中毒の原因となるE型ボツリヌス菌は3.3°Cという低温でも徐々に増殖し毒素を作る。また昭

和57年に新たに食中毒菌に指定されたエルシニア菌 (*Yersinia enterocolitica*) は0～4℃という低温でも増殖し得る点が注目されている（これについてはアサマニュースNo.18、1990年9月号参照）。

食品の低温保存・流通は品質保持のみでなく、食中毒予防にとっても極めて有利な手段であるが、反面電気冷蔵庫の過信や誤用がしばしば家庭、仕出し屋、旅館などの食中毒発生の原因となっていることを忘れてはならない。

4 食塩濃度の高い食品中でも増殖する菌

多くの微生物は食塩濃度の高い環境下では増殖できない。中には好塩性・耐塩性の微生物も存在するが、多くの食中毒細菌は塩分が多ければ増殖できない。ただ例外として、腸炎ビブリオとブドウ球菌があつて、いずれも7%程度の食塩濃度でも増殖する。最近高血圧症の予防の立場から食品の低塩化傾向が高まっている。食塩摂取量を減らすことは健康上好ましいことであるが、反面、塩分を減らしたイカの塩辛や家庭で作る野菜の一夜漬（浅漬）によって腸炎ビブリオ食中毒がしばしば発生するようになった。

表1 食中毒細菌の最低発育温度・死滅温度

| 病原菌 | 菌の死滅温度・時間 (芽胞の死滅温度・時間) | 最 低 発育温度 | 毒 素 产 生 最 低 温 度 | そ の 他 の 特 徴 |
|-------------|---|-------------|--------------------|---------------------------|
| 感 染 型 | 腸炎ビブリオ 65℃・5分 | 12℃ | — | 真水に弱く、増殖が速い。 塩分を好む。 |
| | サルモネラ 65℃・3分 | 5～7℃ | — | |
| | 病原大腸菌 60℃・1分 | 4～6℃ | — | |
| | ウェルシュ菌 (100℃・4時間以上) | 15℃ | — | 酸素の少ないところで発育。 |
| | カンピロバクター 60℃・1分 | 30℃ | — | 微好気性、少菌量で発芽。 |
| | | | | |
| 毒 素 型 | セレウス菌 (毒素型) 65℃・10分 (100℃・30分以上) | 10℃ | 不 明 | 毒素の本体が明らかにされていない。 |
| | 黄色ブドウ球菌 65℃・10分 | 6.1℃ | 18℃ | 毒素は熱に強く100℃30分の加熱でも分解しない。 |
| | ボツリヌス菌 (A型・B型) 65℃・10分 (120℃・4分) | 10℃ | 10℃ | 無毒素のところで発育。 |
| | ボツリヌス菌 (E型) 65℃・10分 (80℃・30分) | 3.3℃ | 3.3℃ | 毒素は熱に弱く、80℃30分の加熱で分解。 |
| | | | | |

5 食品中で毒素を産生する細菌

従来からブドウ球菌とボツリヌス菌は毒素型食中毒細菌として知られていた。しかし、近年セレウス菌も毒素型食中毒細菌の仲間に入れられるようになった。ブドウ球菌自体は芽胞菌でないので熱には比較的弱く、表1に示したように、65℃で10分程度の加熱で死滅する。しかし、その毒素（エンテロトキシン）には強大な耐熱性がある、通常の調理加熱はもちろん、缶詰の殺菌条件でも不活性化されない。1989年2月から4月にかけ、米国においては、中国からの輸入マッシュルーム缶詰でブドウ球菌食中毒が多発した。原因となった缶詰からブドウ球菌エンテロトキシンが証明され、大きな社会問題となった。ボツリヌス菌の毒素はこの世の中で最強の毒として知られているが、毒素は熱に比較的不安定で、80℃以上の加熱によって不活性化される。セレウス菌食中毒は、しばしばピラフのような米飯やスペゲティなどの加熱調理した食品で発生している。セレウス菌の芽胞は100℃で30分以上の加熱に耐えるので、通常の加熱調理をして

も生き残り、調理した食品を室温で放置する間におびただしく増殖し、食中毒を引き起こすようになる。なお、セレウス菌食中毒は、嘔吐型（潜伏期、30分～5時間、普通1～3時間：主な症状、嘔気・嘔吐・下痢・腹痛）、および下痢型（潜伏期、8～16時間、普通10～12時間：主な症状、嘔気・嘔吐・下痢・腹痛）の2つのタイプがある。

6 加熱しても容易に死かない細菌（芽胞）

バチルス属 (*Bacillus*、セレウス菌など)、クロストリジウム属 (*Clostridium*、ウェルシュ菌、ボツリヌス菌など) の細菌は芽胞を形成する。細菌芽胞は一般に耐熱性が高く、通常の調理・加工条件である100℃以下の加熱では容易に死滅しないものがある。表1に示したように、セレウス菌、ウェルシュ菌、ボツリヌス菌芽胞は耐熱性が高く、加熱調理に耐えて生き残り、製品の保管温度が10℃以上であれば発芽・増殖して食中毒を引き起こすようになる。近年学校給食施設や仕出し屋の調理品でしばしばウェルシュ菌による大規模食中毒が発生している。これは加熱調理から摂取するまでかなり時間がたつたために発生している。例えば、昭和55年埼玉県久喜市内の小・中学校の給食で出された「冷やしうどん」により摂食者4,333名中3,610名（発病率83.3%）という極めて大規模な食中毒が発生した。調査によりこの食中毒はウェルシュ菌によることが判明したが、この学校給食の委託を受けていたA食品（株）では、前日に「つけ汁」を作り、これを冷蔵庫中で保管し、翌日給食に供したものである。その後の調査で、「つけ汁」が大量であったため、ステンレスの容器を0℃の冷蔵庫に入れても、最初の液温50℃から20℃になるまで7時間もかかることが判明した。この間加熱で生き残った芽胞が発芽・増殖して、翌日までおびただしい菌量になり、中毒が発生したものである。

7 嫌気的条件で増殖する細菌

食中毒菌の中にはウェルシュ菌やボツリヌス菌のような空気（酸素）のない環境を好む細菌がいて、偏性嫌気性菌といわれている。缶びん詰・レトルト食品、あるいは常温で保管・流通する魚肉ハム・ソーセージのような製品では、耐熱性の強大なA型ボツリヌス菌芽胞の増殖を抑制したり、完全殺滅することが大切である。わが国では、昭和49年に合成殺菌剤フリルフラマイド（商品名AF-2）の指定が取り消された。フリルフラマイドは魚肉ハム・ソーセージなどを常温保存を可能にする添加物であったが、その使用禁止に伴い、製品の10℃以下の低温流通を規定した。そして常温保存する製品については内容物のpHを5.5以下、または水分活性（Aw）を0.94以下にするか、あるいは中心部の温度を120℃で4分間またはこれと同等以上の効果のある加熱殺菌を製造基準として設けた。また昭和52年には、缶びん詰およびレトルト食品を総称した容器包装詰加压加熱殺菌に対する製

造基準を公布した。それによると、pH5.5以上のこれら食品は中心部の温度が120°Cで4分間、またはこれと同等以上の効果のある加熱殺菌を行うよう規定されている。前記常温流通用の魚肉ハム・ソーセージおよび缶びん詰等の加熱殺菌条件は、言うまでもなくA型ボツリヌス菌芽胞の完全殺滅を目標としたものである。

昭和59年6月熊本県の名産として知られる「辛子れんこん」の真空包装製品で、熊本県のほか東京都、千葉県など13都府県で36名のA型ボツリヌス中毒が発生した。近年、プラスチック包装材料の進歩とともに、真空包装や脱酸素剤使用による加工食品の保存技術が進歩、普及してきた。これら技術の効果や有用性を否定するものではない。しかし、問題の真空パック「辛子れんこん」の場合、内容物は水分が多く、かつ中性に近い食品である。この製品では真空包装後、製品を湯に入れて加熱したというが、中心部の温度はせいぜい70~80°C程度にしか達していなかったといわれている。このような製品に脱酸素剤を入れて二重包装し、常温流通させたものである。もし、原材料などからボツリヌスA型菌が付着・混入したとすれば、このような不完全加熱では芽胞は当然生き残り、製品内部は嫌気的条件なので芽胞は発芽し、増殖し、毒素を产生することになる。その後行われた調査で、熊本県下の土壤や泥つきれんこんからA型菌が検出されている。「辛子れんこん」は本来保存食品ではない。もし、常温での保存・流通をするなら、真空包装-100°C以下の加熱では不十分で、前記魚肉ハム・ソーセージやレトルト食品と同様、A型ボツリヌス菌の完全殺滅を目標にした加圧加熱殺菌をしなければならない。少なくとも10°C以下の低温流通を徹底させればこの種の不幸な事故は防げたはずである。いわば、この中毒事件は、食中毒予防の基本原理に無知であったか、無視して、安易に新技術を導入したために発生した事件と言えよう。

ワンポイント・レッスン

微生物の増殖と酸素－好気性菌と嫌気性菌

微生物にはその増殖に酸素を必要とするものとしないものがあり、一般に次の3種に分けて整理されている。

1. 好気性菌 (aerobe) : 遊離酸素の存在する環境のみに生育できるもの。バチルス属などの細菌およびカビのすべて、産膜酵母など。なお、食中毒菌のカンピロバクターは生育に酸素を必要とするが、その濃度の低い環境を好む。このような菌は微気性 (microaerobe) といわれている。

2. 通性嫌気性菌 (facultative anerobe) : 厳密な好気性菌に対し、酸素があってもなくても増殖できる微生物をいう。細菌の大部分、および酵母の大部分がこれに属する。

3. 偏性嫌気性菌 (obligate anerobe) : 単に嫌気性菌ともいわれる。遊離酸素が全くないか、あってもごく微量の環境で増殖することができる。細菌のうちクロストリジウム属（食中毒菌ではボツリヌス菌、ウエルシュ菌）や乳酸菌の一部がこれに該当する。

(河端俊治：国立予防衛生研究所食品衛生部
客員研究員・農学博士)

食品の微生物 ミニ講座

食品と微生物－最近の海外における研究から（その12）

前号の引用報文1)に記載の新食品拒否症に関連する要因のうちから興味あるものを引き続き紹介する。

新規食品拒否症の要因の1つとして“絶対的確実性の希求”を挙げている。つまり新規の食品は絶対に安全であることが要求されているのである。このような場合によく引用されるのは照射食品である。この食品照射技術は安全かつ効果的であって、それによって受ける恩恵の方が危害よりもはるかに優っていることは科学的に合意されており、一定条件下で照射した食品は慣例的な従来の加工食品と比較して測定し得る相違点は存在しないというのが通説となっている。しかし発がん物質の量の法的規制値を設定するすれば推定的制限値が必要となると原著者は述べている。そして危害がどれほどの大きさであれば有意に有害なのか、どれほど小さければ取るに足らない量なのか、その境界線としてFDA(米国食品医薬品局)の“ある化学物質によるがん化の機会が100万分の1よりも少ない確率で進展するときは、その化学物質はがん化に関与しない”とする見解を引用している。

ここで単に100万分の1の確率ということはあまりにも抽象的であるので、これを具体的な例で表現したもののが表1である。

表1 人が死亡する機会を毎年100万分の1の確率で昂進し得る特定の作用量（抄録）¹⁾

| 用 量 と 作 用 量 | 死 亡 原 因 |
|------------------------|--------------|
| ワイン 0.5L (飲用) | 肝硬変 |
| X線胸部撮影 1回 | 放射線ばく露によるがん |
| 紙巻きタバコ 1.4本 (喫煙) | がんまたは心臓病 |
| スクールバス通学 43回 | 事 故 |
| ピーナッツバター 40スプーン (喫食) | アフラトキシンによるがん |
| 自転車旅行 10分間 | 事 故 |
| ステーキ 100火焔 (喫食) | ベンツピレンによるがん |
| 帆走 120分間 | 事 故 |
| ニューヨーク市など 2日間 | 大気汚染 |
| 石造、レンガ造りの家 60日間 | 天然放射能によるがん |
| 紙巻きタバコ喫煙者と同席 60日間 (吸引) | 間接喫煙によるがん |
| マイアミ・フロリダ | |
| 水道水 365日間 (飲用) | クロロフォルムによるがん |
| 自動車旅行 1,000マイル | 事 故 |

注：ゴチ体のものは“食品と微生物”に関連するもの

この表から各用量、各作用量間で相互に置換して判断することができるという。また100万分の1つががん化するという危険率は100万に1つはがん化しないという確率もあるという。従って、例えば放射線を恐れて胸部のX線撮影を1回拒絶することは500mlのワインを楽しむことができることに等しい確率となり、炭焼きステーキをあきらめるということは2時間は追加的危険なしに帆走を楽しむことができる確率であるということになるのである。原著者は大抵の立法規制担当者と科学者は絶対的ゼロの容認は非現実的であることを知っており、食品中の発がん物質の單一分子の検出が将来可能となるかも知れないが、それまではいわゆるデラニ一条項は全く取るに足らないことであろうと述べ、前記の食品に対する絶対的確実性の希求は非現実的であると言っている。

一般的にはある化学成分の食品中の残存量がどんなに些少であっても消費期間が長期にわたるにしたがって蓄積するのであるが、原著者は例えばFDAの公定法ではリンゴの熟成促進用化合物Alarの検出限界が1 ppmであるのに対し、消費者連盟のGC-MS(ガスクロー質量分析)法では0.02ppmであるように分析技術がいかに進歩し、化学物質の検出感度が良くなり、検出率が高くなってしまっても、実際は取るに足らない、極めてわずかな量であることを次のような例を挙げて示している。

典型的な家族構成の4人家族をモデルケースとして、化学物質の残存量の一生涯における摂取量の大きさについて検討した結果によれば、彼等の年間摂取食品量は約2.5tと見積もられる。いま1回の食事で食品100万g(つまり1t)当たり1gの蓄積性物質の残存量を含むような濃度(つまり1ppm)の食品を摂取するためにはこの家族全体で1オンス(28.3g)の25分の8を分け合うことになるという。これは1人当たりにすれば2.2gである。この食品を感度の高い連盟法で測定してAlarの濃度が240ppb(0.24ppm)であるとすれば2.2gのうちの0.5gがAlarの摂取源ということになる。人の一生を80年と仮定し、1年に240ppbのAlarを含む35ポンド(15.88kg)のリンゴを毎食事、毎日、毎年摂取したとしても、この家族の1人当たりのAlarとの接触ばく露量は100分の1オンスすなわち0.3gに過ぎず、これはほぼ水1滴の大きさに相当するという。そしてこの例の場合のように蓄積性残存物が検出されても、そのばく露量は取るに足らないものであると述べている。このことから絶対ゼロの希求は果たして必須かどうか、もう一度考えてみる必要はないだろうか。

危険がなく、安全であることを願い求めることは当た

り前なことであるが、絶対の希求は現実的には合理的でない。危険は絶対的なものではなく比較上の相対的なものであるということを理解するため、原著者は米国における死の実際の原因を表にして示している。

表2 全米における原因別年間死亡例(抜粋)¹⁾
(米国健康統計センター 1986)

| | |
|------------------|-----------|
| 全発生因 | 2,105,361 |
| 局所貧血心臓病 | 520,729 |
| 全がん性疾患 | 476,106 |
| 心臓麻痺(急性心筋梗塞) | 261,002 |
| 肺炎 | 67,974 |
| 動力車事故 | 47,865 |
| 一 | - |
| 自殺 | 30,904 |
| 殺人 | 21,731 |
| 一 | - |
| 慢性肝炎・肝硬変(アルコール性) | 11,060 |
| 一 | - |
| 食物窒息 | 3,692 |
| 一 | - |
| 栄養欠乏 | 2,862 |
| 一 | - |
| 腸内感染 | 466 |
| 一 | - |
| サルモネラ感染 | 102 |
| 一 | - |
| ボツリヌス中毒 | 3 |
| 一 | - |

注: ゴチ体のものは“食品と微生物”に関連するもの

これによると、一般的な認識と異なって殺人よりも自殺による死が多いことは興味深い。また栄養不足による死はサルモネラ感染による死よりも約30倍も多く、また食物による窒息死はボツリヌス中毒死より1000倍も多いが、少数例のサルモネラ感染やボツリヌス中毒による事故死の方がむしろ大ニュースとして取り扱われているのである。このように危険に対する関心は絶対性よりも比較上の相対性に重きを置く傾向が強いことが指摘されている。

原著者は新規食品拒否症に対して2つの相反する消費者同士の両極端的意見を引用し、それぞれの意見の利点を尊重し、それらの中間的立場に立って次のように取りまとめている。“われわれは疑問なしに食品科学の専門的意見を信用することはできないと確信するが故にわれわれは食品専門家に挑戦する”と。

専門的意見の盲目的信用あるいは専門的体制への盲目的挑戦はいずれも新規食品拒否症の問題解決に役立つものではないが、上記の取りまとめの方向に従うことによって、消費者は新しい食品技術は人々を助ける大きなポテンシャルをもつということを科学者から学ぶことができ、科学者は消費者から技術の実施上の制約を学ぶことができると結んでいる。

引用文献

- 1) Ken Lee : Food Technol.、43、62~73 (1989)

(笹島正秋 : 元水産庁東海区水産研究所所長)

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