

解 説

食中毒を起こさない食品衛生管理

佐々木 正大

[要旨]

食生活は人にとって必要不可欠なものである。しかしながら食中毒を起こしてしまうと、健康被害を引き起こすだけでなく、その食品を提供した人は加害者となり、経済的・社会的な制裁を受ける場合もある。食中毒は、飲食店や食品工場だけでなく家庭を含めた食を取り扱う全ての場所で発生する可能性を有する。ゆえに食に携わる全ての者は、食中毒をどのように防ぐのかを十分に理解した上で、日々食に携わる必要がある。本稿では特に微生物や寄生虫などの病原体により引き起こされる食中毒を理解し、どのように防ぐべきかについて基本的な点を概説する。

キーワード： 食中毒、病原体による食中毒、食中毒予防の3原則、ゾーニング

はじめに

食生活とは、単に成長、栄養摂取、健康維持・増進などの生命と健康を支える基本であるだけでなく、コミュニケーションや幸福感を高め、心を豊かにするものである。しかし、その前提は、当然であるが安全な食品を食べた場合に限られる。食中毒は図1のように、微生物や寄生虫などの病原体により引き起こされる食中毒、消毒剤、洗剤、キッチン用除菌漂白剤、農薬、ダイオキシンなどの化学物質の混入によって引き起こされる食中毒、そして、毒キノコやふぐ毒など(自然毒)により引き起こされる食中毒に大別される。食中毒の幅は広く、その対象は食品だけでなく、添加物、器具または容器包装を起因とした場合も含まれる。

食中毒による健康被害は、軽い下痢程度から死亡事例、慢性毒性、胎児毒性など幅広く、その被害者数も単独事例から 10,000 人以上にも及ぶ事例もある。また、食中毒による健康被害により、営業停止や製品回収、賠償補償、社会的な信用の低下など経済・社会的な影響も引き起こされる。そのため、食に携わる者はこれらの被害を防ぐ義務を負っている。

最近の食中毒事例を見てみると¹⁾、事件数は毎年約 1,000 件程度と横ばいであるが、患者数は減少傾向が認

められる。食中毒による死者数はほぼ 10 人以下をキープしているものの、2016 年は腸管出血性大腸菌 O157 による集団食中毒事例が起こり、14 人の死者を記録した。2023 年の病因物質別の食中毒発生を見てみると、事件数ではアニサキスが 58.8%、カンピロバクター 19.2%、ノロウイルスが 6.5%の順となっており、患者数ではノロウイルス 31.7%、ウェルシュ菌 21.4%、カンピロバクター属菌 12.0%の順となっている。事件数と患者数は、1 事件当たりの患者数の違いに起因しており、ノロウイルスやウェルシュ菌の 1 事例当たりの患者数が非常に多いのが特徴となっている。一方、アニサキスによる食中毒は事例数当たりの患者数が少ない。なお、事件数・患者数共に 90%以上が病原体を起因とする食中毒である。そこで、本稿では病原体による食中毒について概説する。

病原体により引き起こされる食中毒

食中毒起因病原体の種類により、細菌性、ウイルス性、寄生虫性食中毒に分類され、細菌性食中毒はさらに感染型食中毒と毒素型食中毒に分類される(図1)。感染型食中毒は、腸管出血性大腸菌、サルモネラ菌、カンピロバクター属菌、腸炎ビブリオ菌などが原因となっている。

一方、毒素型食中毒は、食品中で菌が増殖した際に

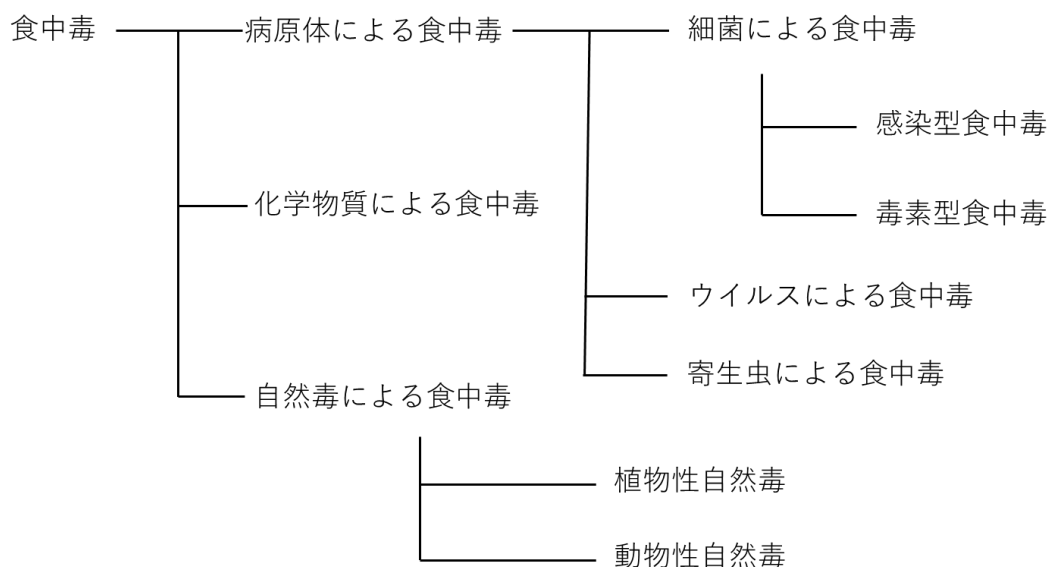


図1 食中毒の分類

産生した毒素を摂取することで引き起こされる食中毒であり、黄色ブドウ球菌、ボツリヌス菌、セレウス菌などが原因となっている。広義では、腐敗細菌によるヒスタミン食中毒やカビ毒なども該当する。

ウイルス性食中毒には、ノロウイルスなどのウイルス性下痢症や A 型肝炎ウイルスのようなウイルス性肝炎が知られている。寄生虫性食中毒は、ジアルジアなどのように体内で感染が成立するものや、アニサキスなど本来の宿主ではない人の腸管に食品と共にいった後、適した環境を探すために体内を移動する(幼虫移行症)際に胃壁や腸壁へ侵入することで激しい痛みを生じるようなものもある。

感染症対策と食中毒予防の3原則

一般に、感染症は感染経路、病原体(感染源)、及び宿主のいわゆる“感染の三要素”が整わないと成立しない。そのため、感染症の対策はこの三要素への介入が原則となり、具体的には、感染経路の遮断、病原体の排除、宿主の免疫力の向上などとなる(図2)。一方、病原体による食中毒の対策を感染症対策の視点から考えると、広義の意味では体調不良の時にリスクの高いものを食べないなどの宿主免疫力を考慮する場合もあるが、感染経路及び

病原体に対する対策が中心となる。

具体的な食中毒予防法としては“食品へつけない(汚染防止)”、“食品中でふやさない(微生物の増殖抑制)”、そして“やっつける(殺菌・毒素の分解)”で構成される「食中毒予防の3原則」が知られている。食中毒を引き起こす病原体は食品だけでなく、土壌、水、空気、そしてヒト自身にも付着している可能性があるため、これらの病原体を食品だけでなく、手指や調理器具に“つけない”ようにする必要があり、手洗い等の清潔の保持が中心となる。食品に病原体がついてしまった(もしくは元から存在していた)場合は、多くの病原体は時間の経過と共に増殖することから、病原体を“ふやさない”ため、一般的には迅速な調理と冷却で対処する。食品中に入ってしまった病原体を減らし、その食品を摂取しても問題ない状態にすることを“やっつける”と言い、種々の殺菌・消毒が知られている。以上のような「食中毒予防の3原則」を行うには、考慮すべきポイントがさらに存在することから、以下で個別に概念を解説する。

1) 食中毒予防の3原則 “つけない”

”つけない“という対策を考えるには、病原体がどこにいるのか(増えているのか)という点を考慮する必要がある。

食中毒予防の3原則

- ・つけない
- ・ふやさない
- ・やっつける

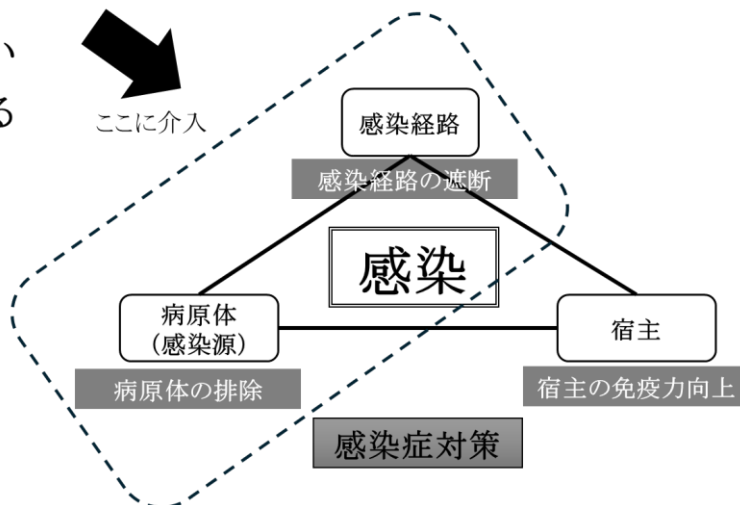


図2 感染の三要素とその対策、及び食中毒予防の3原則

代表的なものとして、腸管出血性大腸菌 O157 は牛の腸管で増殖しており、腸炎ビブリオ菌は海水中に存在している。また、黄色ブドウ球菌はヒトの皮膚などに広く分布しており、特にケガをした際の化膿部位に非常に多く存在するため、ケガをしている人は調理を避けるべきである。このように、病原体とその存在部位の組み合わせはある程度決まっている一方、これらの食材から加工中などに他の物に広がり、そこから感染を広げる二次汚染に注意が必要である。

また、“つけない”を考える上で忘れてならないのが、感染が成立しているものの発症せず、感染源となってしまう不顕性感染の存在である。有名な事例としては Mary Mallon (1869–1938) が知られている。彼女は調理を得意とした家事使用人であったが、チフス菌の不顕性感染かつ持続感染を起こしていたため感染源となってしまう、彼女の周囲に多くの腸チフス患者を出してしまったことから「腸チフスのメアリー」と呼ばれることとなった。このような経験から、食品取扱業務を行う者に対し定期的に検便検査などを行い、食中毒の原因となる病原体を排菌していないかという保菌者検索が行われるようになった。

“つけない”を考慮する上で特に重要なのがカンピロバクター菌とノロウイルスである。カンピロバクター菌は一般

的な細菌とは異なり、動物の消化管内の環境でしか増殖できないことから食肉中で増殖することはない。そのため、屠殺時に付着した菌は、屠殺直後の食肉中が一番多く、その後は減少していく。ゆえに、新鮮な鶏肉だから大丈夫とはならない。また、後述するが、この菌はごく少量の菌数で感染してしまうため、調理前の鶏肉は洗浄してはならないとされており、鶏肉が入っていた発泡トレーの調理中の洗浄も二次汚染の原因となるために注意が必要である。一方、ノロウイルスはヒトの腸管でのみ増殖することが可能であり、その後排泄物と共に河川から海へ流れ、二枚貝で生物濃縮を受けるとされている。以前は生物濃縮を受けた二枚貝の生食による事例が多かったものの、最近では出荷前の衛生管理が進歩して貝の生食による事例は減少しつつある。その一方、患者の糞便や嘔吐物からの二次汚染の事例が増えており、どのように“つけない”かが重要となっている。しかしながら、このウイルスは患者だけでなく不顕性感染者からも大量のウイルスが放出される上、60℃、30 分の加熱に対しても安定である。さらには、消毒用エタノールなどの通常の消毒用アルコールは効果を示さず、高濃度の次亜塩素酸ナトリウム処理でようやく不活化されるなど、化学的及び物理的な環境要因に対して強い抵抗性を有しており、“つけない”ことが

他の病原体に比較して特に困難である。一般的な病原体に対する対処法である、調理前後の流水と石鹸による十分な手洗いだけでなく、周囲にノロウイルス感染者がいる場合は自分も不顕性感染をしている可能性があることの自覚が重要である。また、加熱調理の際には中心温度 80～90℃で 90 秒以上の加熱を行い、ウイルスを不活化させる必要がある。さらに、嘔吐物や糞便などの汚物処理に関しては、汚物中には高濃度のウイルスが含まれていること、また汚物の中のウイルスが乾燥して巻き上がることによる塵埃感染が知られていることから、手袋・マスクなどを着用の上、汚物を布などで覆い、十分な濃度の次亜塩素酸ナトリウム溶液に浸した上で処理を行う必要がある。

2) 食中毒予防の3原則 “ふやさない”

“ふやさない”という対策を考える上で重要なのは、その起因病原体が食品中で増殖できるか否かという点である。細菌性食中毒の起因菌は、特殊な環境でないと増殖不可能なカンピロバクター菌などを除き、原則食品中で増殖可能である。一方、ウイルスや寄生虫は原則として食品中では増殖できない。食品中で増殖できない病原体は、他の場所で増殖した病原体が食品へ付着し、その食品を食することで引き起こされる食中毒であり、“つけない”及び“やっつける”で対応をすることとなる。

また、発症するのに必要な量が病原体ごとに大きく異なっている点も注意が必要である。ノロウイルスは 10～100 個程度のウイルス感染で発症するとされており、患者の便には 1g 当たり 10 億個以上のウイルスが存在するため、このウイルスがどれくらい感染しやすいのか理解しやすい²⁾。他にも腸管出血性大腸菌が 10～1,000 個、カンピロバクター菌が 100～1,000 個程度で感染するとされており、これらの病原体は少量感染菌と呼ばれている³⁾。少量で感染するということは、食品中で増殖しなくても感染するリスクを有していることを意味する。一方、サルモネラ菌(チフス菌以外)は感染が成立するのに 10 万から 10 億個、ウェルシュ菌は 100 万から 1,000 億個が必要とされており³⁾、これらは食品中で十分に増殖し、菌数が十分な量

に達した状態でないと感染(発症)リスクは低いと考えられる。なお、細菌性毒素型食中毒の原因となる黄色ブドウ球菌は、食品中で 1g 当たり 10^5 から 10^9 個程度に増殖していた場合、その過程で産生された毒素が発症毒素量に達するとされており、こちらも食品中での十分な増殖を前提とした食中毒であると考えて対策をすべきである⁴⁾。“ふやさない”ためには、細菌が増えやすい温度条件となる時間を可能な限り短くすることが必要である。ウェルシュ菌は 12～50℃で増殖可能であり、特に 43～45℃で急速に増殖することが知られている。そのため、調理後は 55℃以上に保温し続けるか早急に 10℃以下にして保存する必要がある⁵⁾。また、リステリア菌などは増殖可能温度が -2～45℃となっており、冷蔵庫で保存していても菌が増殖するため、注意が必要である⁶⁾。

3) 食中毒予防の3原則 “やっつける”

“やっつける”という対策を考える上で、まず「どの場所(部位)に存在する、どの病原体やっつけるのか？」を考慮する必要がある。食品衛生領域では、病原体を“やっつける”手法として、病原性微生物や腐敗細菌などの有害性を有する病原体を死滅させる「殺菌」と、それらの微生物を害のない程度まで減らす「消毒」が中心となる。殺菌・消毒には、主に加熱による方法、薬剤を用いた方法、そして紫外線やオゾンによる物理的な方法が知られているが、それらの手法を全ての物に対して行えるわけではない。例えば、手指を消毒するのに石鹸や消毒用エタノールは使用できるが、加熱や次亜塩素酸ナトリウムの使用はできない。また、食品そのものの殺菌・消毒には次亜塩素酸ナトリウムの使用はできないなど、殺菌・消毒するものの種類に合わせた殺菌・消毒を行う必要があるため「どの場所(部位)に存在するのか」を考慮する必要がある。

一方で、“やっつける”対象となる病原体の選択も重要である。病原体の種類により、その物理的、化学的な抵抗性が異なっている場合があるため、病原体の種類にあわせて殺菌・消毒の手法を変える必要がある。加熱による方法では、原則としては食品の中心温度を 75℃、1 分以上、もしくは 63℃、30 分以上の加熱が必要とされてい

る。しかしながら、この温度では病原体や毒素を十分に失活させることができない病原体もいる。“やっつける”微生物が何であるかという点を明確化にし、それに合わせた手法を用いる必要がある。

そのなかでも、特に芽胞と耐熱毒素を産生する菌に関しては注意が必要である。芽胞とは、生育環境が細菌にとって不利な条件になった場合に一部の細菌が産生する植物の種子みたいなもので、熱や薬剤に強く、煮沸やアルコール消毒では死滅しない。食中毒の起因菌としては、ボツリヌス菌、ウェルシュ菌、セレウス菌が芽胞産生菌として知られている。実際、芽胞が食品に入ってしまったら“やっつける”のは非常に困難であることから“つけない”と“ふやさない”で対処することが必要である。

毒素とは細菌が産生する、動物に対して病原性を持っている物質である。重要なのは毒素型食中毒の病原体であり、黄色ブドウ球菌、ボツリヌス菌、セレウス菌などが知られている。特に黄色ブドウ球菌は、食品中で増殖した際に耐熱性の毒素を産生する。その毒素は耐熱性であることから、通常の加熱処理を行った場合、菌体自身は死滅するものの毒素が残存し、食中毒を引き起こす。2000年に発生した雪印乳業食中毒は、脱脂粉乳の製造工場で停電が発生し、配管内に貯留していた牛乳の中で黄色ブドウ球菌が増殖し、その後の殺菌工程では毒素が不活化されず、脱脂粉乳中へ毒素が混入することにより食中毒が生じ、15,000人近い認定患者が報告され、戦後最大の食中毒事例となった。

ボツリヌス菌は芽胞と毒素を産生するのが特徴である。ボツリヌス毒素は地球上で最強の毒素として知られており、ボツリヌス食中毒の発生頻度は低いものの、致死率が極めて高く、食品衛生上重要な食中毒である。ボツリヌス菌は自然界に広く分布する土壌細菌である。真空条件下でのみ増殖可能な嫌気性菌であり、耐熱性の芽胞を形成する。そのため、真空パックなどの中にボツリヌス菌の芽胞が混入した場合、菌が増殖すると共に毒素を産生し、その毒素に汚染された食品を摂取することでボツリヌス食中毒を発症する。ボツリヌス菌は増殖の際に独特の臭気をするガスを産生することから、真空パックや缶など嫌気

状態になりやすい包装の食品が膨張していたり、開封時に臭気を感じたりする場合は摂食しないことが原則となる。毒素自体は易熱性であることから、喫食前に十分な加熱処理(80℃、20分もしくは100℃、数分間)を行うことは有効である。また、ボツリヌス菌による食中毒として、昨今増加傾向にあるのが乳児ボツリヌス症である。生後1歳未満の乳児は、腸内環境が成人とは異なり免疫機構が未発達のため、腸管内でのボツリヌス菌の定着と増殖が起こりやすい。そのため、ボツリヌス芽胞が混入したものを乳児が摂取してしまうと、腸管内でボツリヌス菌が定着、増殖し、毒素を産生することで食中毒が引き起こされる。乳児ボツリヌス症を引き起こす代表的な食品ははちみつである。乳児ボツリヌス症は、食中毒予防の3原則で対処することが非常に困難であることから、加工品を含め、はちみつを乳児に与えてはならない。

病原体を“やっつける”際には加熱が一般的であるが、一部の寄生虫に対しては冷凍が有用である。アニサキスは酢やワサビでは死滅させることはできないが、-20℃で24時間以上冷凍を行うことにより死滅させることができる。そのため、サバ寿司などを作る際はサバの切り身を一度冷凍することが薦められている。また、北海道の伝統食であるルイベはサケなどの魚を冷凍させ、解凍させたものを刺身として食す料理であり、保存性を高めるだけでなく、結果的に寄生虫を死滅させており、経験則に基づいて培われてきた食中毒を起こさない郷土料理法となっている。なお、冷凍はあくまでも一部の寄生虫にのみ有効であり、細菌やウイルスの死滅には効果がない。

ゾーニング

最後に、食中毒予防の3原則の応用として、施設の“ゾーニング”を紹介する。“ゾーニング”新型コロナ対策としても活用されており、病院にて新型コロナ患者とそれ以外の患者が混在しないよう滞在区域を分け、さらにそれらの区域での人や物の行き来を制限することによりウイルスを拡散させないようにするシステムであり、ニュースなどで耳にしたことがある人も多いかと思われる。”ゾーニング“は、

食品を取り扱う工場などで活用されている。衛生レベルに応じ、清潔エリア、準清潔エリア、汚染エリアなどに区域を分けた上、作業従事者が作業する際に動く経路(作業動線)や食品や物品などの流れを定め、汚染エリアとの行き来により清潔エリアの汚染を防止することで食中毒予防を行う手法である。例えば、家庭の冷蔵庫内での食品保存に際し、生肉などの病原体の汚染リスクが高いものをサラダなどの生食で喫食するような食材からは離して保存(ゾーニング)することにより二次汚染を避けるなどの応用が可能である。

おわりに

本稿では病原体により引き起こされるによる食中毒について食中毒予防の3原則を中心に特に重要なポイントについて概説を行った。病原体による食中毒の場合、上述のように対象となる病原体自体の特性を十分に理解することが食中毒予防の第一歩となり、次いで自分たちの持っている種々の対応策の中でその病原体に一番適した手法で対応する必要がある。まさに孫子の兵法が語るように「彼を知り己を知れば百戦殆からず」である。紙面の都合により本稿ではあくまでも病原体による食中毒予防の概略をほんの一部を紹介したに過ぎない。しかしながら、食中毒は食品工場や飲食店だけでなく、家庭など身近なところで発生する可能性があることを理解し、日常生活においても本稿での記載を活用し、少しでも食中毒予防に役立てていただけたら幸いである。

引用文献

- 1) 厚生労働省 食中毒統計資料
(https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html)
- 2) 厚生労働省 ノロウイルスによる食中毒の現状と対策について
(<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzendu/0000105093.pdf>)
- 3) 新潟薬科大学 食品安全を理解するために 最小発症菌数
(https://www2.nupals.ac.jp/~fmfsc/Topics/zui_xiao_fa_zheng_jun_shu.html)
- 4) NIITAKA 衛生通信 2014 年 2 月号
(<https://www.niitaka.co.jp/products/uploads/eisei140210n.pdf>)
- 5) ウェザーニュース 加熱しても要注意!? カレーの食中毒予防法
(<https://weathernews.jp/s/topics/201907/100085/>)
- 6) 食品安全委員会 - 22. リステリア菌
(https://www.fsc.go.jp/sonota/hazard/H21_22.pdf)

本稿は、令和6年2月22日「第3回かんさい感染症セミナー」で講演発表した内容を中心にまとめたものである。

(大阪大学微生物病研究所 助教)

Food hygiene controls to prevent food poisoning.

Tadahiro Sasaki

Assistant Professor, Research Institute for Microbial Diseases, Osaka university

Keywords: food poisoning, microbial food poisoning, 3 principles of food poisoning prevention, zoning