

アサマ NEWS

パートナ

2011-7 NO.143

バイキン博士の衛生雑談

腸内出血性大腸菌の話題

1. O157 : H7

1996年7月には世界で最大のO157:H7食中毒が堺市で発生した。市の最終報告(1997年8月)によれば、この事件での患者数は12,680人に達し、HUS(溶血性尿毒症症候群)を併発した患者が121人、死者も3人を数えた。

この事件では、病原菌の由来は給食に使われたカイワレ大根の可能性が高いと報じられたけれども、その後の調査・研究でカイワレ説はほぼ否定されている。しかし、カイワレ生産業者の打撃は大きく、多くが倒産に追い込まれた。

2. O104 : H-

今年(2011年)5月、フーズ・フォーラス社が経営する焼き肉チェーン店「焼肉酒家えびす」が提供した「ユッケ」を原因食品とする腸管出血性大腸菌O104:H-集団食中毒事件がおこった。6月9日現在で患者は富山県から福井県、神奈川県、石川県に拡がり、172人の患者数、重症者24人、死者4人という大規模な食中毒事件へ発展している。

3. O111 : H4

やはり今年の5月にドイツを中心に、スウェーデン、デンマーク、オランダ、イギリス、フランス、チェコ、ロシア、カナダの国々で、O111:H4による食中毒がおこった。この事件はまだ進行中だけれども、6月10日までの報道では、患者数3,256人、溶血性尿毒症症候群(HUS)患者が820人、37人が死亡している。

原因はキュウリ、ナメクジ、カイワレなど二転三転したけれども、ドイツ北東部の農場で生産された豆のカイワレということに落ち着いている。

この事件でも、当初原因とされた南スペイン産のキュウリをはじめ、スペイン産農産物のEU諸国への輸入禁止、廃棄によって、スペインの農業は大打撃を受けた。さらにはロシアではEU産の野菜の輸入禁止の措置がとられた。

腸管出血性大腸菌によるHUSの発症者、あるいは死者については、従来、幼児あるいは高齢者の率が高いとされていたけれども、ドイツのO104事件では成人女性の率が非常に高くなっている。

4. 新しい菌の毒性

富山でのO104についても、また、とくにドイツでの

O111についても、患者の中でのHUSに移行した人々が高率である、毒性の強い新型の腸管出血性大腸菌である、という考えが発表されている。表1に上記の三つの事件について、HUS罹患数、死者数の値を示した。患者数についてはもちろん、HUS罹患数についても、正確な数字とは言えないので、この表の結果は、大凡の数字を示すものでしかない。それでもなお、富山でのO104、ドイツでのO111による食中毒ではHUS、死者の比率が高いように思われる。

ドイツでのO11:H4については、抗生物質耐性という報告もあり、また、その病原性については、現在、遺伝子レベルで解明が進められている。

表1. 腸管出血性大腸菌による食中毒事件と菌の毒性

	堺 1996	石川 2011	ドイツ 2011
血清型	O157:H7	O111: H-	O104:H4
患者数	12,682	172	3,256
HUS 患者%	0.95	13.95	25.18
死者%	0.02	2.33	1.14

5. 腸管出血性大腸菌

O111:H-, O104:H4もO157:H7と同じく、腸管出血性大腸菌のひとつの型である。

大腸菌は血清型によって細別され、菌体の抗原(O抗原)、べん毛の抗原(H抗原)との組み合わせで、O157:H7、O26:H11、O11:H28などと呼ばれている。O111:H-(エイチマイナス)型というのは、H抗原をもたない型を意味する。大腸菌はO抗原(約180)、H抗原(約60)の組み合わせで、非常に多くの血清型ができる。腸管出血性大腸菌についても、日本で約54の血清型が知られている。

その内訳をO抗原によって整理すると表2のようになる(資料1)。わが国の食中毒で多いのはO157、O26、O111、O121、O103、O091などである。中でも最も多いのがO157で、腸管出血性大腸菌による食中毒のほぼ70%を占める。O111は3番目に多い血清型で、近年の統計では約4%になっている。最近のこの型による食中毒事件で、この比率は多少変わるかもしれない。

O104については厚生労働省の統計には出てこない。しかし、2006年には韓国でこの血液型による食中毒が報告されており、また、アメリカでもO104:H21による患者数18名の食中毒が起こっている(資料1)。

表2. わが国で検出された主な腸管内出血性大腸菌の型別数

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
O157	1189	1123	1501	1993	1632	1403	1384
O26	458	359	517	333	602	518	347
O111	149	73	74	158	89	56	36
O121	26	12	14	42	35	69	36
O103	8	15	24	41	42	44	63
O91	—	16	17	26	31	28	36
O145	3	6	7	9	31	30	32
O165	5	—	10	10	7	10	9
O128	6	4	1	—	5	1	2
O146	5	1	—	1	5	3	5

他に40余りのO血清型が報告されている

6. 腸管出血性大腸菌の病原性

腸管出血性大腸菌は、大腸菌がA群の赤痢菌 (*Shigella dysenteriae*, 志賀赤痢菌) の毒素遺伝子を獲得したものである。*Shigella dysenteriae* は、赤痢菌の4つの亜群のなかでも、もっとも毒性の強い亜群で、ベロ毒素 (志賀毒素とも呼ばれる) と名付けられた毒素をもっている。この毒素が (おそらくプラスミドを通して) 大腸菌に移行すると、腸管出血性大腸菌になる。

赤痢菌と大腸菌はきわめて近縁で、生物学的には同じ種と見なされる。したがって、遺伝子の移行も頻繁におこる。

毒素は腸の内壁に付いて出血をおこし、また腎臓系球体の毛細血管内皮細胞に付着して、細胞を壊し、溶血性尿毒症候群 (HUS) という危険な病気をおこす。その症状は血小板減少症、溶血性貧血、急性腎不全である。

7. 腸管出血性大腸菌による病気の症状

ヒトを発症させる腸管出血性大腸菌の菌数はわずか数十個と考えられており、したがって、食べ物または水を通して、人から人への二次感染がおこりうる。

潜伏期は普通3～5日。症状は腹痛にはじまり、はじめ水様の下痢があり、のち血便に変わる。患者によっては水様便だけにとどまることもある。ときに嘔吐がある。発熱は初期には殆どみられない。

症状は数日後には軽快し、大部分の患者が5～10日後には治癒する。

しかし、とくに9才以下の乳児や幼児、また65才以上の高齢者の場合には上述のように溶血性尿毒症 (HUS) になり、腎臓障害や溶血性の貧血をおこすことがある。出血性大腸菌食中毒の患者の1～10%がHUSを合併し、その2～5%は急性期に死亡し、また、5～10%が慢性腎不全に陥るといわれている。

また、老人の場合にはHUSと発熱、神経症状が重なり、血栓-血小板減少性紫斑病になることもあり、その場合には致死率は50%にまで高まる。

HUS以外にも腎臓以外に、中枢神経系 (大脳や小脳の血管内皮細胞)、肝臓、膵臓なども障害されることがある。脳症を発生することもある。

大腸菌というと軽視されやすいが、腸管出血性大腸菌は“大腸菌”という通念を離れた危険な病原菌であり、A群の赤痢菌 (志賀赤痢菌) と類似の病原菌として取り扱われなければならない。

この食中毒では症状が消失した後も排菌は続き、5歳以下の年少者で発症後17日間排菌が認められたとの報告がある。

8. 治療

治療細菌感染症である腸管出血性大腸菌による下痢症については、適切な抗菌剤を初期に使用することが基本とされている (厚生労働省、治療の手引き)。しかし、抗生物質は効果がない、あるいは逆に、ある種の抗生物質は腎臓の障害をもたらす、などの報告もある。また、下痢止めを使うことも禁物である。いずれにせよ、早期に専門医にかかることが必要。

9. 原因食品・汚染源

この病気が最初に発見された米国では、加熱不完全のハンバーグが汚染になっている例が多い。ほかにミルクが原因のO157菌中毒がアメリカ、カナダで報告されている。サラミソーセージに起因する中毒もアメリカの数州で報告されている。米国の牛についての調査では、健康な牛でも1.5～22%の牛にその糞からO157菌が検出されたという。牛の腸内が、腸管出血性大腸菌の本来の住み家であるという推定もなされている。しかし、牛肉以外の豚肉・鶏肉・羊肉についての調査でも、かなり多くの汚染が報告されている。さらに生野菜、カイワレ、清涼飲料 (アップルサイダー) などの例がある。カイワレもしばしば汚染源になることが、各国で指摘されている。の種子が汚染源として疑われた。

また、水を通しての感染もアメリカ、オーストラリアで報告され、わが国でも1990年に埼玉県内の保育所で見られた事例がある。

10. 食中毒の防止

O157菌は熱には弱く、中心温度65℃になるまで加熱すれば1分以内に死滅する (D63=0.5秒)。酸に対してはこの菌はpH3.5程度で死滅する。しかし、弱い酸性環境に慣らした菌ではpH3.5でも2、3日は生き延びる。また、サラミソーセージによる中毒例があることで分かるように、発酵、乾燥にたいしても生き残る。さらに、-20℃の凍結条件でも少なくとも9ヶ月は生き残る。

したがって、加熱がこの菌による食中毒防止の基本である。

今回の「焼肉酒家えびす」でのO111食中毒は牛肉ユッケが原因食とされている。近年グルメブームの影響で、生の鶏肉、牛肉、さらに牛・鶏のレバーを食べる人たちが多くなっている。東京都の調査でも、最近3か月間に生肉を食べたという人が40%、とくに20代では53%に達している (資料2)。

「魚と同じように、牛・豚の肉でも生が美味しいのです。将来日本で生肉が食べられるようになったときが心配です」。もう40年近くも前、神奈川県で屠畜場の衛生検査に携わっていた、友人のMさんが話していた。かれによると、日本の屠殺場の衛生状態はその当時は非常に悪く、「動物の食べられる部分と、食べられない部分を分ける」ヨーロッパの屠畜場に比べて、「食べられる部分を、食べられない部分で汚す」のが日本の屠畜場だと話していた。

その後、わが国の屠畜場も整備され、よごれた床での解体から、レールに吊してのオンレール方式の解体が一般的になってきた。

それでも多くの調査によると (資料3)、解体後の牛枝肉でのO157汚染は0.2～5.2%に達している。また、国内流通の食肉についても、表3に示すように、汚染率は高いし、特に (生食用!) 牛レバーでは高率の汚染が見られる。

わが国では、牛・豚・鶏を生で食べるための屠殺場からレストランまでのシステムがまだ整備されていない。したがって、生肉を食べることは危険である。また、こ

のような習慣がとくに若い人たちを中心に出来上がっているとところから、腸管出血性大腸菌による環境の汚染が広まってきていると思われる。

表3. 国内流通食肉のO157汚染状況

検体	検出率 (%)
生食用牛レバー	1.9-7.1
牛結着肉	0.2-1.5
カットステーキ肉	0.09-0.4
豚ミンチ肉	0.07-0.5
ミンチ肉	0.2
その他加工用食肉等	0.2-0.7

(清水 潮 元東京大学・広島大学教授)

資料

- 1) CDC,MMWR, 44, No27, 501,1995
- 2) 東京都食品安全情報評価委員会報告 「食肉の生食による食中毒防止のための効果的な普及啓発の検討」 平成21年9月
- 3) 厚生労働省食品安全委員会2010年4月「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～牛肉を主とする食肉中の腸管出血性大腸菌～」(改訂版)

食品加工と微生物

アルコール利用による食品の保存性向上

アルコールに殺菌力や制菌作用があることは古くから知られていたが、それを食品の保存に積極的に用いられるようになったのは1970年代といわれている。

アルコールの殺菌・抗菌作用については、多くの研究者によって解明が進められ、その抗菌力は水分活性低下作用、細胞膜の損傷、代謝阻害作用などに基づくものとされている。

一般的な微生物の増殖を抑制するのに必要なアルコール濃度は、培地を用いた増殖阻害試験をしてみると6～8%であることがわかる。しかし、様々な食品にアルコールを加えて保存効果を調べて見ると、実際には、より低い濃度で保存効果を示す。例えば、醤油、味噌、菓子、漬物などに対しては1～3%の添加で保存効果が表れる場合も多い。培地に比べて食品の方が微生物の増殖抑制に必要なアルコール添加量が少なく済む理由は、食品には食塩、砂糖などのような水分活性を下げる成分や乳酸や酢酸のようにpHを低下させる作用を示す成分が含まれているからである。したがって、アルコールを食品に添加し、日持ちを高めるには、食品成分で可能な限り微生物が生育しにくい条件に調整した後、少量のアルコールを添加することがコツである。

食品の保存性を高めるのにアルコールを利用する利点は、殺菌や除菌効果が高いこと、発酵生産物であり安全性が高いこと、無色透明で、揮発性があり蒸発しやすいこと、有機物との結合力が弱く次亜塩素酸のように有機物による妨害が少ないことなどがある。

アルコールの利用方法

アルコールの抗菌作用を大別すると低濃度で利用した場合の制菌作用と高濃度で利用した場合の殺菌作用がある。培養微生物に対する制菌作用は表1で示すように、微生物の種類によって異なり、MIC(最小生育阻止濃度)は、4～11%である。また、高濃度で用いる場合は殺菌・消毒の目的で使われるが、通常、70～90%のアルコール

が使用される。主な食中毒菌や微生物に対する殺菌効果について示したものが表2である。腸炎ビブリオやサルモネラ菌などのグラム陰性菌に対しては、30%程度のアルコールでも効果的に殺菌するが、ウイルスや耐熱芽胞などに対しては、あまり効果がないことが知られている。

また、アルコールは、味噌、醤油、調味料をはじめ多くの食品で利用されているが、直接食品に添加するだけでなく、食品加工や調理に用いる器具・機械類などの殺菌、手指の殺菌、食品製造を取り巻く環境などの殺菌にも広く用いられている。これらは、間接的に食品の保存性を高めるのに役立つ。このような食品保存における利用形態の観点から使用濃度別に大別したものが表3である。食品に対してアルコールを直接利用する方法としては、①食品への混合・練り込み、②スプレーなどによる食品表面への噴霧、③アルコール溶液への浸漬、④徐放性アルコール製剤の包装容器内への封入などがある。

表1. アルコールの各種微生物に対する制菌効果

微生物	アルコール濃度
カビ	4～8%
グラム陰性菌 (大腸菌など)	9%以下
グラム陽性菌 (ブドウ球菌など)	8～11%

表2. 主な食中毒菌および各種微生物に対するアルコールの殺菌効果

感受性	食中毒菌	その他の微生物等
大 (30%以下)	腸炎ビブリオ、サルモネラ、大腸菌など	多くのグラム陰性菌
やや大 (40%)	黄色ブドウ球菌	多くのグラム陽性菌、酵母
中 (50%)		カビ胞子
小 (70%以上)		ウイルス
なし	耐熱性芽胞(セレウス、ボツリヌス菌など)	

(数秒間の接触による殺菌効果)

表3. 食品保存におけるアルコールの利用形態

使用濃度	利用形態
低濃度 (1～3%) (制菌)	食品添加：練り込み、混合、浸漬など 蒸散利用：徐放性アルコール製剤 包装前噴霧
高濃度 (50～90%) (殺菌)	食品表面の殺菌：トレーパック食品、 浸漬など 包装容器の殺菌：カップ容器など 加工機器類の殺菌：調理器具・ベルトコンベア・ブラシ・ 布など 作業員の手指消毒：手指(噴霧・浸漬など) 製造空間の殺菌：空中浮遊菌、壁など

アルコールの抗菌特性

a) 濃度の影響

表1で示したように、多くの微生物に対し、約10%以下で制菌作用を示すが、微生物の種類によっては1%程度でも制菌作用を示す。大腸菌に対するアルコールの制菌作用については鳥居ら¹⁾の報告によるとアルコール濃度が高くなるにしたがい、増殖における誘導期が延長していることから、低濃度アルコールの制菌作用は、誘導期の延長が主体であることがわかる。

次に、高濃度でのアルコールの抗菌作用について見ると、表4で示したようにアルコール濃度が60～90%では殺菌効果はほぼ同程度であるが、無水状態に近い99%のアルコールでは60～90%のものと比較し、明らかに殺菌効果が劣っている。これは、アルコールが微生物に対して殺菌作用を示すにはある程度の水分の介在が必要であることを示している。

表4. 黄色ブドウ球菌に対するアルコールの殺菌効果（生残率）

接触時間	アルコール濃度 (w/w%)								
	10	20	30	50	60	70	80	90	99
0	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1秒	75	95	90	45	10	15	10	15	5
10秒	100	100	60	35	9	5	8	5	15
1分	100	82	65	20	2	1	1	3	4
10分	100	58	4	0	0	0	0	0	5

b) 温度の影響

アルコールの殺菌効果は対象とする食品の品温や環境温度によって異なる。いずれの濃度においても接触温度が高いほど殺菌力が強く現れ、冷蔵あるいは冷凍条件下ではアルコールの殺菌効果は低下することが知られている。

c) pHの影響

アルコール添加による食品保存効果はアルコール濃度や温度だけでなく、pHの影響をも受ける。表5はリンゴ酸を用いてpHを3.0、5.0、7.0に調整したアルコールで処理した大腸菌の生残について調べたものである。50%以上の濃度では、pHに関りなく強い殺菌効果が認められている。しかし、30%の比較的低い濃度においては、pH7では殺菌効果が弱く、生残菌が認められているが、pHが低下するにしたがい、殺菌効果が高まる。

表5. 大腸菌のアルコール殺菌におよぼすpHの影響

pH	対照 (生理食塩水)	30%アルコール	50%アルコール
3	6.2×10^5	10^3 以下	10^3 以下
5	6.5×10^5	4.3×10^4	10^3 以下
7	6.8×10^5	5.8×10^5	10^3 以下

(処理時間：1分間)

d) 水分活性の影響

水分活性は簡単にいうと食品成分と微生物の間での水の奪い合いの結果生じた、微生物が利用できる自由水の割合を示したものとイえる。微生物が生育可能な水分活性値が決まっていることから、食品の保存性は、その水分活性値に左右されることになる。水分活性値が低いほど微生物が利用できる水分が減少することから水分活性値は微生物の生育に大きな影響を及ぼす。水分活性は、食塩、砂糖などの食品成分によって低下するが、その他にもソルビットやグリセリンなどによっても低下する。同様に、アルコールも水分活性低下作用が強く、その低下効果は食塩とほぼ同程度の効力を有する。すなわち、アルコールを1%、食品に加えることは食塩を1%加えるのに匹敵するということになる。したがって、水分活性を調整することが可能な食品においては可能な限り水分活性を低下させた上でアルコールを利用することが効果的な保存性向上方法と言える。

e) 食塩の影響

アルコールの抗菌力に及ぼす食塩の影響は基本的には水分活性の効果と同様である。したがって、食塩濃度の高い食品すなわち水分活性の低い食品に対するアルコール添加の効果は極めて効果がある。減塩梅干しを製造する際に焼酎（アルコール）を添加する場合などがその例である。

f) 他の食品保存剤の影響

様々な食品成分あるいは添加物とアルコールとの併用効果がみられることは良く知られている。さらに、アルコールが一種の有機溶媒であり水に難溶性の抗菌物質を溶解させ、食品中に均一に分散させることによって保存効果を高めることができる。チアミンラウリル硫酸塩（ビタミンB1）は水に難溶性であるが、アルコールに溶解させた後、食品に添加することにより、真菌を中心とした微生物の増殖を抑制することができる。また、ホップ抽出物は難水溶性のベータ酸を主体とする物質で乳酸菌などの細菌の増殖を抑制することが知られているが、このような難水溶性物質をアルコールに溶解させたものを食品に添加することによって保存性を高めることができる。

(宮尾茂雄 東京家政大学教授)

参考文献

- 1) 鳥居数敏ら：New Food Industry, 23 (10), 38 (1981)

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