



食品衛生ミニ講座

11. 病原大腸菌とその食中毒 －油断大敵、大規模食中毒の原因菌で第2位にランクされている－

大腸菌 (*Escherichia coli*) はヒトや動物の腸管内の常在菌で、かつては病原性がないとされていた。しかし、研究の進むにつれ、その中には食中毒を引き起こすもの、すなわち病原大腸菌が 2~5%含まれることが分かってきた。わが国の食中毒統計（昭和53~62年、10年間）を見ると、病原大腸菌の食中毒は毎年20~34件程度、平均25件発生し、全細菌性食中毒の3.4%とそれほど多くはない。しかし、患者数では730~9,400名（平均3,348名）と全細菌性食中毒患者の12.3%とかなりの比率にのぼる。ことに、1事件当たり患者数500名以上の大規模食中毒では、カンピロバクターに次いで原因菌として第2位を占めている。今回は、病原大腸菌についてその特徴や食中毒の発生状況、そして予防対策について述べる。

病原大腸菌のプロフィル

大腸菌はヒトや動物の腸管内の正常菌叢（ミクロフローラ）の1つで、また自然界にも広く分布している。この大腸菌は、ときには腸管外で尿路感染症などの日和見感染を起こすことがあるが、通常腸管内では病原性を示さない。しかし、ごく一部の大腸菌は、ヒトや動物の腸管に感染して下痢などの原因となる。これらの大腸菌は腸管内常在菌と区別して、特に病原大腸菌または腸炎型大腸菌と呼ばれている。しかし、これらの大腸菌は、その形態や生化学的性状などでは簡単に区別できない。

現在、病原大腸菌は大きく次の4つに分類されている。

①狭義の病原大腸菌または病原血清型大腸菌

(enteropathogenic *E. coli*、EPEC)

この菌は今まで病原大腸菌といわれてきた菌で、特にこの菌は乳幼児下痢症の原因菌として重視されてきた。乳幼児の場合には少量の菌で感染が起こり、産院などで大流行を起こし多数の犠牲者を出したことがある。一方、成人に対しては、他の感染型食中毒同様、飲食物中でおびただしく増殖した生菌を摂取することにより、急性胃

腸炎型の食中毒を起こす。この食中毒の潜伏期は10~30時間で、症状はサルモネラ食中毒に似るが、一般にサルモネラよりも軽い。感染源は患者や保菌者の大便または家畜の排泄物などであって、まず食品が本菌によって汚染され、サルモネラや腸炎ビブリオの場合と同様、この菌がおびただしく増殖した食品を食べて発症する。

②腸管侵襲性または組織侵入性大腸菌

(enteroinvasive *E. coli*、EIEC)

この菌の感染により経口伝染病の赤痢に似た症状を起こす。すなわち、ヒトが感染を受けると急性大腸炎を起こし、発熱、腹痛、しぶり腹（裏急後重）などの症状が現れ、大便是粘液だけでなく膿や血液が混じる。EIECは分類上は大腸菌であるが、その生化学的性状は赤痢菌に似ていて、下痢の発生機序も赤痢菌の場合と同様であることが明らかにされた。この菌は、赤痢菌と同様、本来ヒトを宿主とする病原菌で、赤痢菌同様ヒトからヒトへ伝染性がある、従って、この菌の病気は本来、赤痢と言うべきであるが、現在のところ行政的には食中毒として処理されている（伝染病予防法により法定伝染病等の指定を受けていないため）。

③腸管毒素原性大腸菌

(enterotoxigenic *E. coli*、ETEC)

この菌はヒトの腸管内で増殖してエンテロトキシン (enterotoxin、腸管毒) という毒素を产生し、下痢を主徴とする急性胃腸炎を引き起こす。本毒素には、60°C、10分間の加熱で失活する易熱性毒素 (LT) および100°C、30分間の加熱でも安定な耐熱性毒素 (ST) の2成分がある。LTはコレラ菌の下痢原毒素であるコレラエンテロトキシン (CT) と物理化学的、免疫学的性状が似ているだけでなく、下痢を起こす機序もCTと同じであるといわれている。ETECには、LT、STのいずれか一方のみを作るものと、両者を产生するものがある。

この菌による食中毒は水様便の下痢を起こすが、発熱はほとんどなく、症状は一般に軽い。熱帯や亜熱帯に旅行する人がしばしばかかる“旅行者下痢”、“traveller's diarrhea”的多くは本菌によると見られている。汚染源や感染経路は、狭義の病原大腸菌の場合と同様であるが、特に熱帯や亜熱帯に旅行する人は、決して生水や生の魚介類をとらないよう注意することが大切である。

④腸管出血性大腸菌

(enterohemorrhagic *E. coli*、EHEC)

またはベロ毒素産生大腸菌

(Verotoxin producing *E. coli*、EVPEC)

本菌は、1982年にアメリカで発生したハンバーガーを原因食とする食中毒の原因菌として分離され、注目を集めた。本菌は血便と腹痛を主徴とする出血性大腸炎を起こすので、出血性大腸菌と名付けられた。この原因菌のO157:H7は、ある種の細胞毒（Vero toxin）を產生する。このVero毒素は、志賀赤痢菌の產生する志賀毒素（Shiga toxin）に類似するため志賀毒素様毒素（Shiga-like toxin）とも呼ばれている。

表1には、病原大腸菌の分類と、主要臨床症状などをまとめて示し、また図1には、病原大腸菌の電顕写真を示した。

表1 病原性大腸菌の分類

	毒素原性大腸菌 (ETEC)	腸管侵襲性大腸菌 (EIEC)	狭義の病原大腸菌 (EPPEC)	腸管出血性大腸菌 (EHEC) または ベロ毒素産生性大 腸菌(VTEC)
主要臨床症状	下痢 嘔吐 腹痛 発熱 腹痛 粘血便 裏急後重	下痢 腹痛 飲食物媒介(接触)	飲食物媒介(接觸)	血便(下痢) 腹痛 飲食物媒介 細胞毒?
感染様式	飲食物媒介(接觸)	飲食物媒介(接觸)	不詳	
病原機序	エンテロトキシン (易熱性 耐熱性)	組織侵入増殖能		
関連O血清型	6、8、11、25、27、 78、148、159など	28ac、112ac、124、 136、143、144、 152、164など	26、44、55、86、111、 114、119、125、126、 127、128、142、146 など	O157:H7 O145:NM O111:NMなど
診断法	エンテロトキシン の検出	血清型別 侵入性試験	血清型別	血清型別 細胞毒の検出

図1 病原大腸菌の電顕写真



大規模中毒の原因菌第2位にランクされている病原大腸菌

厚生省の食中毒統計の中で、昭和53年～62年まで10年間の全細菌性食中毒と病原大腸菌食中毒の発生状況をまとめたものを表2に示した。

表2 過去10年間に発生した細菌性食中毒と
病原大腸菌食中毒事件
(昭和53～62年・厚生省食品保健課資料による)

年次	全細菌性食中毒		病原大腸菌食中毒	
	事件数	患者数	事件数	患者数
昭和53年	818	24,082	23 (2.8)	2,365 (9.8)
54年	797	24,160	25 (3.1)	2,370 (11.3)
55年	681	26,742	21 (3.1)	1,136 (4.2)
56年	767	24,466	22 (2.9)	729 (3.0)
57年	638	28,786	27 (4.2)	9,355 (32.5)
58年	769	31,125	30 (2.6)	3,355 (10.8)
59年	786	28,345	27 (3.4)	6,151 (21.7)
60年	877	36,566	34 (3.9)	3,899 (10.7)
61年	670	28,618	28 (4.2)	2,141 (7.5)
62年	618	19,207	15 (2.4)	1,616 (8.4)
平均	742	27,210	25 (3.4)	3,348 (12.3)
	(100%)	(100%)		

* 全細菌性食中毒事件数に対する比率 (%)

** 全細菌性食中毒患者数に対する比率 (%)

過去10年の病原大腸菌食中毒は年間20～34件、平均25件発生していて、全細菌性食中毒件数の3.4%に相当し、比率としてはかなり低い。しかし、患者数では729～9,359名と年により大きな変動が見られ、平均で3,348名、これは全細菌性食中毒患者数の12.3%に相当し、件数に比べかなり高い比率になる。

表3には、最近5年間の細菌性食中毒の原因菌について示してあるが、事件数では腸炎ビブリオが平均50.3%で断然トップ、次いでブドウ球菌（24.6%）、サルモネラ（12.1%）、カンピロバクター（4.8%）、病原大腸菌（3.6%）の順となっている。

表3 年次別・原因菌別食中毒発生状況

(昭和58～62年・事件数、厚生省食品保健課資料による)

年 次	昭和 58年	59年	60年	61年	62年	平均
原因菌						
総 数	769 件 (100%)	786 件 (100%)	877 件 (100%)	670 件 (100%)	618 件 (100%)	744 件 (100%)
腸 炎 ビ ブ リ オ	305 (40.0)	384 (48.9)	519 (59.1)	343 (51.1)	321 (51.9)	374 (50.3)
ブ ド ウ 球 菌	254 (33.0)	205 (26.1)	163 (18.6)	155 (23.1)	139 (22.5)	183 (24.6)
サ ル モ ネ ラ	109 (14.2)	93 (11.8)	82 (9.4)	75 (11.2)	90 (14.6)	90 (12.1)
病 原 大 腸 菌	30 (2.6)	27 (3.4)	34 (3.9)	28 (4.2)	15 (2.4)	27 (3.6)
ウ エ ル シ ュ 菌	16 (1.8)	12 (1.8)	9 (1.0)	22 (3.3)	9 (1.5)	14 (1.9)
ボ ツ リ ヌ ス 菌	1 (0.1)	4 (0.6)	1 (0.1)	0 (0.1)	0 (0.1)	1.2 (0.1)
カ ネ ピ ロ バ ク テ ィ	31 (4.0)	39 (5.0)	50 (5.7)	34 (5.1)	28 (4.5)	36 (4.8)
そ の 他	23 (3.0)	22 (2.8)	19 (2.2)	13 (1.9)	15 (2.4)	18 (2.4)

ところで、食中毒統計の中で1事件当たり500名以上の患者を出した大型食中毒事件の原因菌について調べた結果を表4に示した（昭和58～62年、5年間平均）。

表4 最近5か年に発生した1事件当たり患者数

500人以上の大規模食中毒とその原因菌

(昭和58～62年・厚生省食品保健課資料による)

	件 数	患 者 数	摘 要
総 数	件 % 37 (100)	人 % 35,890 (100)	
カ ネ ピ ロ バ ク テ ィ	11 (29.7)	11,352 (31.6)	中2件は病原大腸菌または サルモネラが同時検出
病 原 大 腸 菌	6 (16.2)	5,728 (16.0)	
ウ エ ル シ ュ 菌	5 (13.5)	5,061 (14.1)	
腸 炎 ビ ブ リ オ	3 (8.1)	5,009 (14.0)	
ブ ド ウ 球 菌	3 (8.1)	1,947 (5.4)	中1件は病原大腸菌が同時 検出
サ ル モ ネ ラ	2 (5.4)	1,442 (4.0)	
不 明	7 (18.9)	5,351 (14.9)	

これから分かるように、事件数、患者数とともに第1位を占めているのがカンピロバクターで、病原大腸菌が件数、患者数ともに第2位にランクされ、次いでウェルシュ菌などの順になっている。このことは、一般の散発的を含めた全細菌性食中毒では、腸炎ビブリオ、ブドウ球菌、サルモネラなどによる事例が多いのに対し、カンピロバクター、病原大腸菌およびウェルシュ菌の3者は、学校給食、仕出し屋の弁当などで発生する大規模食中毒の原因菌として極めて重要な役割を果たしていることを示している。

病原大腸菌による水系感染症

細菌性食中毒は感染型と毒素型に大別されるが、この両者とも、一般に発症するには原因菌が飲食物中でおびただしく増殖することが前提条件とされている。一方、赤痢などの経口伝染病ではごく微量の菌で発病し（微量感染）、ヒトからヒトへ伝染する。赤痢などではしばしば飲料水を媒介して流行するところから、これを水系感染（伝染）といわれてきた。近年食中毒の研究が進むにつれ、食中毒菌の中にも水系感染を起こすものがあることが分かつてきた。その代表的なものが、カンピロバクターと毒素原性大腸菌（E T E C）である。

昭和57年10月、札幌市に新設された大型スーパーで、7,751名と一般食中毒としては未曾有の食中毒が発生した。この事例では使用水からカンピロバクター・ジェジュニと E T E C（O 6 : K15）が同時に検出された。

この事件の概要については、すでにアサマニュースNo. 2（1988年）に記載したので参考されたい。この事件は使用した井戸水の消毒装置の故障が原因となったものである。

E T E Cが東南アジアなどの旅行者で見られる“旅行者下痢”的原因となることについてはすでに述べた通りで、主として飲料水や魚介の生食によって発生するようである。

仕出し弁当による病原大腸菌食中毒事例

①事件の概要

5月12日、A給食センターでは2,340食の仕出し弁当を調製し、140の事業所に配達した。この仕出し弁当により429名が、同日午後2時頃から14日にかけて下痢、腹痛、発熱などの症状を呈し、医師に受診した結果食中毒と診断された（発病率18.3%）。潜伏期は2～48時間（8～24時間が多）で、主な症状は、下痢388名（90.4%）で、水様便が212名（55%）と最も多く、3名の粘血便が認められた。次いで腹痛（58.7%）、発熱（43.1%）、倦怠感（40.3%）などで、典型的な急性胃腸炎症状であった。

②原因食品と汚染経路

【原因食品】 この事件の共通食品である仕出し弁当の内容は、若鶏の唐揚げ、肉じゃが、ミート・エッグ、ホウレンソウのごま和え、おしんこ、キャベツサラダ（コールスロー）、および米飯であったが、喫食状況から弁当中の原因食品を特定することができなかつた。

【汚染経路と食品の取り扱い上の問題点】

この仕出し屋では、食品に対し次のようななずさんな取り扱いをしていたことが、弁当の汚染を招いたものと考えられた。

- キャベツを購入後、全く洗浄せずに千切りにして盛り付けた。
- 副食の盛り付けを不潔な素手で行った。
- 副食や米飯を放冷せずに詰め合わせた。
- 調理済みの弁当を放冷せずに積み上げた。
- 当日の気温の高いこと（最高30°C）を利用して、

温かい弁当を提供するため、わざわざ有蓋車内に3時間も放置した。

③病因物質

患者糞便、調理従事者糞便、当該施設の拭き取り材料および参考食品について細菌検査を行った結果、病因物質は病原大腸菌（O39 : H28）と決定された。

④行政措置

仕出し屋（原因施設）には10日間の営業停止命令が出されたほか、施設の改善命令や衛生教育等の指導が行われた。

ワンポイント・レッスン

大腸菌の血清型

大腸菌（*Escherichia coli*）はヒトおよび動物の腸管内の常在菌で、腸内細菌叢（Enterobacteriaceae）の大腸菌属に属するが、この属には*E. coli*一種しかない。大腸菌の分類は血清型別によって行われるが、抗原にはO、K、およびHの3種類が知られていて、それぞれの抗原には多数の特異的な抗原型があり、これが血清型別に応用されている。

O抗原は、耐熱性の菌体抗原で、現在までにO 1～171までのものが報告されている。K抗原は、O抗原の表層をおおい、形態学的には莢膜（カプセル）として認められる抗原で、K 1～103までのものが知られている。H抗原は、鞭毛（べんもう）由來のたん白抗原で、H 1～56がある。大腸菌の血清型は、例えばO 6 : H16、O 148 : H28のように各抗原の組み合せで表される。表1には、病原大腸菌の関連O血清型を示した。

（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4）

前回は、食品添加物のリン酸塩類は“強化剤”、“結着剤”としての効用ばかりでなく、“抗菌剤”としての効果にも注目したいものであると述べた。そして例として豚肉ソーセージの配合肉糊に2種類のピロリン酸塩をそれぞれ0.1～0.4%添加して製造した試料を常温で48時間まで貯蔵したときの菌数、菌叢の変化を調べ、これらのリン酸塩類には抗菌効果のあることが示唆されることを紹介した。また、例外もあるが、一般にグラム陰性菌はグラム陽性菌よりもリン酸塩に対して抵抗性があるといわれていることにも一言触れておいた。そこで今回はもっと具体的に、グラム陽性とグラム陰性の純粋培養保存菌と肉から採取した菌について、リン酸塩類に対する感受性を検討した報告を紹介して参考に供したい。

(1) グラム陽性菌とグラム陰性菌に対するリン酸塩の最少発育阻止濃度

供試したリン酸塩はピロリン酸3ナトリウム、TSP；トリポリリン酸ナトリウム、STPP；ヘキサメタリン酸ナトリウム、SHMPの3種である。これらのリン酸塩を最高1%までの濃度になるようにブイヨン(NB)培地に少量ずつ增量しながら添加して得られる各種濃度のリン酸塩を含むNB培地に各種の供試菌を一定量ずつ接種し、25°Cで24時間培養したときの最少発育阻止濃度(MIC)を各リン酸塩のW/V%で示している(表1)。

表1 ブイヨン培地中におけるポリリン酸塩のグラム陽性菌およびグラム陰性菌に対する最少発育阻止濃度(MIC)¹⁾

供試菌	(25°C、24時間)		
	MIC (%) W/V	TSP	SHMP
グラム陽性			
<i>Bacillus subtilis</i>	>0.5	0.5	0.5
<i>Lactobacillus fermenti</i>	0.3	0.3	0.4
<i>Leucomostoc sp.</i>	0.3	0.4	0.5
<i>Micrococcus luteus</i>	0.4	0.4	0.4
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.3	>0.5	0.5
<i>Streptococcus faecalis</i>	0.5	0.5	0.5
グラム陰性			
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0.3	0.5	>0.5
<i>P. putrefaciens</i>	0.4	0.5	>0.5

これによればリン酸塩の阻止効果はSTPP > SHMP > TSPの順に認められるといつても差し支えない。この結果に従って次のシードモナス菌(*Pseudomonas*)に対するMICの測定には最も阻止効果の高かったSTPPを供試している。

(2) 各種のシードモナス属菌に対するSTPPの最少発育阻止濃度

供試リン酸塩中でMICが最も低かった、すなわち最強の抗菌性を示したSTPPに対するグラム陰性菌のシードモナス属菌のMICを3種の液体培地を用いて前記(1)と同様な方法により測定している(表2)。

表2 3種の培地中における加熱または濾過除滅菌したトリポリリン酸ナトリウム(STPP)のシードモナス菌に対するMIC¹⁾

供試菌	(25°C、24時間)					
	MIC (%) W/V		NB ^a		BHI ^b	
	H ^d	F ^e	H	F	H	F
<i>Pseudomonas cepacia</i>	0.3	0.3	0.75	0.50	1.00	1.00
<i>P. fluorescens</i>	0.3	0.4	0.75	0.75	1.00	1.00
<i>P. putida</i>	0.3	0.3	0.50	0.30	0.50	0.30
<i>P. putrefaciens</i>	0.3	0.3	0.75	0.50	1.00	0.75
肉分離菌-1 ^f	0.3	0.3	0.75	0.75	1.00	0.75
-2	0.3	0.3	0.40	0.30	0.50	0.30
-3	0.3	0.3	0.75	0.75	1.00	1.00
-4	0.3	0.3	0.75	0.30	0.50	0.40
-5	0.3	0.3	0.75	0.75	0.75	1.00
-6	0.3	0.3	0.50	0.50	0.50	1.00
平均	0.30	0.31	0.65	0.52	0.75	0.71

a : ブイヨン培地 b : ブレイン・ハート・インヒュージョン培地
c : トリプティケース・ソイ・ブイヨン培地 d : 加熱殺菌
e : 濾過除滅菌 f : シードモナス属菌

アサマ化成株式会社

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

この結果によれば、最も発育阻止効果が高かったものは加熱殺菌したSTPPを添加したNB培地であって、MICが0.3すなわちSTPPの濃度が0.3W/V%であったことが示されている。この場合STPPを加熱しないでフィルターで濾過除滅菌して添加しても、ほとんど同一のMICを示している。

ところがブレイン・ハート・インヒュージョン(BHI)培地とトリプティケース・ソイ・ブイヨン(TSB)培地では、加熱殺菌したSTPPを各培地に添加した場合よりも濾過除滅菌したSTPPを添加した各培地の方が50%またはそれ以上も菌のMICが低く、それだけ菌の発育阻止効果が勝れている例が認められる(例えばBHI培地の*P. putrefaciens*、肉の分離菌-4、TSB培地の*P. putida*、*P. putrefaciens*、肉の分離菌-2など)。

このようにin vitro(試験管反応)ではあるが、供試したリン酸塩はグラム陽性菌ばかりではなく、一般にリン酸塩に抵抗性があるといわれているグラム陰性菌のシードモナス属菌に対しても明らかに発育阻止作用があることは明確である。

因みに、加熱の有無と培地の種類によって同一菌種のMICが異なる理由について考察しており、加熱はリン酸塩の加水分解を促進し、その濃度を減少すること、培地は種類によって含有するミネラル類の多価陽イオン量およびたん白質量が異なることなどが主因となるものと推定している。ミネラルが多い培地では、リン酸塩はキレート結合して加熱の場合と同様にその濃度は減少する。また、たん白質は菌を保護する性質があるので、たん白質が多い培地ではリン酸塩の抗菌効果は低減される可能性が高いと推察している。前記の3種の培地ではミネラル量はNB < BHI < TSB、たん白質量はNB < TSB < BHIの順で、いずれにしてもNB培地はリン酸塩の抗菌効果に好適であったということになる。

以上の結果は前号のニュースに紹介したリン酸塩の抗菌効果よりもさらに明確に示されているので、リン酸塩の抗菌的有用性はやはり期待できるものと思われる。今回紹介した内容を参考とし、さらに工夫改良されてリン酸塩の利用領域を拡大して活用されることを期待したい。

文 献

- 1) K. G. zessinら : J. of Food Science, 53, 669~670 (1988)

(笛島正秋：元水産庁東海区水産研究所保藏部長)

・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