

## 腸管出血性大腸菌による広域食中毒発生と食肉調理の要因について

工藤由起子

### Multi-area foodborne outbreaks of enterohemorrhagic *Escherichia coli* and the risk factors in cooking meat

Yukiko Hara-Kudo<sup>#</sup>

Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC)-foodborne infections are social issues because there are patients with severe symptom and deaths by the infections. In Japan, serious EHEC O157-foodborne outbreaks with over 100 patients or several victims continuously occurred. In addition, foodborne outbreaks to occur extensively in the same period are recently popular because food distribution has developed, and the same product and related products in the same factory are distributed across multiple prefectures. EHEC is one of the major causes of the multi-area foodborne outbreaks. Ruminium such as a cattle is known as a reservoir of EHEC, and there are many reports on foodborne-infections with the pathogen associated to beef. This article reviews the risk factors in cooking meat contributing foodborne outbreaks.

Keyword: enterohemorrhagic *Escherichia coli*, multi-area foodborne outbreak, cooking, meat

#### 1. はじめに

腸管出血性大腸菌 (Enterohemorrhagic *Escherichia coli*: EHEC) による食中毒は、重篤な症状を有する患者や死者の発生をとまうことがあり、社会的問題となっている。また、食品の流通体系が発展し、同一製品や同一工場での関連商品が複数県にまたがって流通することから、近年では同時期に広域に食中毒が発生することも珍しくなく、EHECはその主な原因菌である。

EHEC感染症では、感染後数日で下痢を起こし、その後快方へ向かう患者も少なくないが、血便を伴い、溶血性尿毒症症候群 (hemolytic uremic syndrome: HUS) や脳症といった合併症を併発し、死に至る場合もある。特に、O157などの血清群は病原性が高いとされており、小児や高齢者では重症化する傾向にある。また、本菌は、感染力が強く少ない菌数で感染が成立するため、食中毒だけではなくヒトからヒトへの直接的または間接的接触によっても感染を引き起こす。

EHECの保菌動物としてはウシなどの反芻類が知られ

ており、EHECはその腸管内に存在する。ウシでの保菌状況について、内閣府食品安全委員会の作成したリスクプロファイルでは<sup>1)</sup>、国内のと畜場 (食肉処理場) に搬入されたウシのEHEC O157保菌率 (2004~2006年) は、黒毛和種、交雑種およびホルスタイン種でそれぞれ10%を越え、農場のEHEC O157の汚染率は約25%であることが示されている。と畜場におけるウシ解体時の体表付着物や腸管内容物による牛肉の汚染の可能性や牛肉臓肉でのEHEC除去の難しさを要因として、牛肉やその加工品のバーベキュー、ステーキ、焼肉などの調理によってEHEC食中毒が発生することも多い。また、EHECを保菌するウシなどの家畜やシカなどの野生動物の糞便によって土壌や水が汚染された場合、そのような環境中で栽培、収穫された野菜や果物、または汚染された種子によって栽培された水耕栽培の芽野菜などが食中毒を引き起こすこともあるが、ここでは牛肉の加工品を原因とした食中毒に着目して述べる。

#### 2. EHEC食中毒の発生状況

EHEC食中毒では、患者数が100名を超える事例<sup>2)</sup>や死者をとまう事例<sup>3,4)</sup>など、血清群O157を中心に重大な食中毒の発生が続いている<sup>5)</sup>。また、最近ではO157以外の血清群による食中毒を含む感染事例が多数報告されて

<sup>#</sup>National Institute of Health Sciences 3-25-26, Tonomachi, Kawasaki-ku, Kawasaki, 210-9501, Japan; TEL +81-44-270-6571 FAX +81-44-270-6572 E-mail: ykudo@nihs.go.jp

おり、国内外ともに注目されている。日本でEHEC食中毒として報告される事例はこの10年では年間20件前後、患者数100-700名程度で推移（図1）しているが、食中

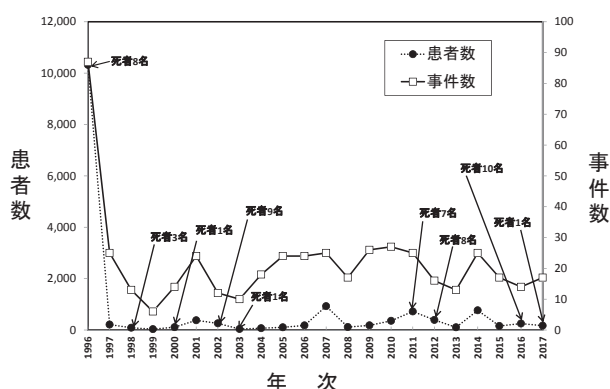


図1. 腸管出血性大腸菌食中毒の発生状況の推移  
(参照：厚生労働省食中毒統計)

毒統計に集計されるようになった1996年以降、死者が発生する年も珍しくない。また、感染報告数としては、1997年以降、毎年4,000前後の報告（図2）があげられ

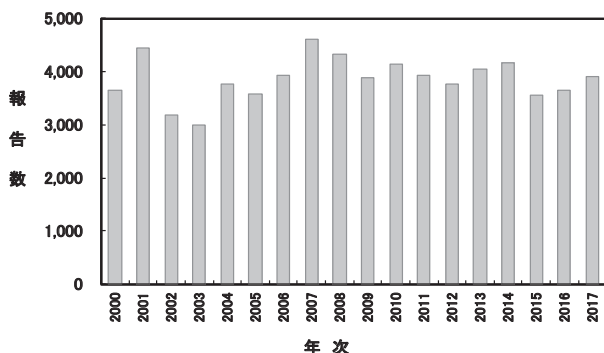


図2. 国内での腸管出血性大腸菌感染報告数の推移  
(参照：国立感染症研究所 病原体検出情報 Vol. 39, No. 5, 2018年5月)

ており、両者の数に大きな隔たりがある。感染報告数にはヒトからヒトへの感染も多数含まれていると考えられるが、潜伏期間が2-7日間程度と比較的長いこと、不顕性感染も少なくないこと、患者ひとりの事例などでの食中毒探知が難しいことを考えると、実際には食中毒件数がさらに多いことが推察される。

### 3. 牛肉の加工品を原因とする広域食中毒事例

これまでに牛肉に関連して多数のEHEC食中毒事例が報告され、注目されてきた。

#### (1) 角切りステーキを原因とする事例

2009年には、ステーキチェーン店で提供された角切りステーキを原因食品とするEHEC O157による広

域散発食中毒（16自治体、患者数37名）が発生した<sup>6)</sup>。この角切りステーキは複数の種類の細切牛肉を結着して形成し、それをサイコロ状にカットし作製されたものであり、結着加工の段階で形成肉の内部にも菌が汚染したと考えられた。1カ所の食肉加工施設で作られ、複数の都府県にある店舗に配送され客に提供されていた。複数製品を梱包したダンボール箱には中心部まで加熱が必要なが表示されていたが、各製品の外装には表示されておらず、店舗では生の角切りステーキを260℃に加熱した鉄板にのせた状態で提供し、客が自ら加熱具合を判断して喫食した。このため、加熱加減が客の判断によるものであり、中心部まで十分に加熱されていないことが考えられる<sup>7)</sup>。

原因となった角切りステーキの同一ロット製品でのEHEC O157定性的試験では、29検体中18検体（約62%）からEHEC O157が検出され<sup>8)</sup>、EHEC汚染率は高いことが判明した。また、これら18検体についてMost probable number (MPN, 最確数)法でのEHEC O157定量的試験では、4検体は定量限界未満(<18 MPN/100 g)、他4検体は18-100 MPN/100 g、残りの10検体は110-700 MPN/100 gであった（図3）。

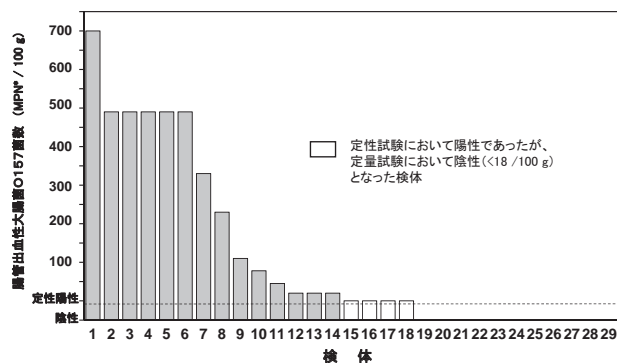


図3. 角切りステーキ中のEHEC O157の定量値  
\*MPN: most probable number (最確数)

客への角切りステーキ提供は一皿110 gであったこと、EHECが数個であっても感染する可能性を考えると、加熱不十分であればEHECに感染する汚染レベルであったと考えられた。

#### (2) ユッケを原因とする事例

2011年4月には富山県を中心に、ユッケを原因食品とする焼肉チェーン店でのEHEC O111による社会的にも重大な食中毒が発生した<sup>4)</sup>。本事例では、患者数が181名と大規模であり、5名の死者に加えHUSや脳症の発症した重症者が多く認められた。原因となったユッケは、食肉卸売業者で枝肉を500 g~1 kgに包丁でカットし、脱気包装して、焼肉チェーン店の各店舗に配送され、各店舗内でユッケ用にカットされたもの

であった。しかし、食肉卸売業者で生食用食肉の衛生基準に基づく加工が行われておらず、生食用の表示もなかった。店舗においても、生食用食肉の衛生基準に基づく加工が行われず、カットされ客に提供された。食肉卸売業者から店舗に納品した一部の未開封品でEHEC O111が検出され、枝肉からの加工時にすでに汚染されていたことが示された。本事例を受け、厚生労働省から罰則を伴う強制力のある生食用食肉の規格基準が設定された（2011年9月12日に告示第321号公布、同年10月1日より施行）。

### (3) 冷凍メンチカツを原因とする事例

2016年10月には冷凍メンチカツを原因とし、多数の自治体において患者60名以上のEHEC O157による食中毒が発生した<sup>9)</sup>。原因となった冷凍メンチカツ（ミンチ肉を加工しパン粉を付け冷凍した製品で、家庭等で加熱して喫食する製品）は、ある食品製造業者が一定の期間に製造した複数種類の製品であった。それらを家庭で加熱不十分な調理を行い、喫食したことが食中毒発生の要因として考えられた。当該食中毒の患者喫食調査<sup>9)</sup>によると、調理時の調理器具は、揚げ物調理に適すると考えられる20 cmの鍋（48%）が最も多く、次いでフライパン（33%）であった。油の量は、油の下に冷凍メンチカツが沈むくらい（50%）が最も多く、次いでちょうど被るくらい（42%）であった。フライパンを用いて少量の油で調理する「揚げ焼き」が多く、家庭で行われていた。食品微生物学的観点からの加熱検証では、冷凍メンチカツ（約75 g）をフライパンの表面温度約155-180℃で9分間調理した場合、中心温度は約50℃であり、加熱調理の目安である75℃には至らなかった（表1）。しかし、比較的低温であ

表1. 加熱調理による冷凍メンチカツの中心温度の上昇と接種菌数減少

調理器具	油量 (L)	加熱前のメンチカツの処理	加熱温度 (°C)	時間 (分)	調理1分後のメンチカツ	
					平均中心温度 (°C)	腸管出血性大腸菌O157平均菌数* (log cfu/検体)
揚げ物用鍋	適量 (1.2 L)	無処理 (冷凍のまま)	170-180	5	61.1	6.8
			160-170	8	92.6	ND
			160-180	6	53.1	6.8
	適量の半分 (0.6 L)	無処理 (冷凍のまま)	150-180	7	69.1	NT
			160-180	6	96.5	NT
			150-180	7	91.6	ND
フライパン	少量	無処理 (冷凍のまま)	170-195	6	27.5	7.1
			155-180	9	51.5	NT
			145-160	20	88.4	ND

NT：非試験

ND：非検出

\*調理前の菌数は8.0 log cfu/検体

る約145-160℃にて20分間調理した場合、中心温度は85℃以上になり、中心部は固化し、接種したEHEC

O157 (10<sup>8</sup> CFU/検体) は検出されなかった (<10<sup>2</sup> CFU/検体, 6-Log reduction) (表1)。他条件での加熱検証では、揚げ物調理に適する深鍋にて冷凍メンチカツが沈むくらいの量で加熱（油温160-170℃で8分間加熱など）、半解凍してから揚げ物調理（150-180℃で7分間加熱など）によっても、メンチカツの中心部が85℃以上になり接種したEHEC O157は検出されなかった。

非加熱の冷凍牛挽肉製品を家庭で加熱調理する場合、深さのある鍋で十分な量の油を使って揚げることで、食品の中心部まで加熱することは比較的容易であるが、少量の油で短時間に揚げることは困難であり、衣の色がきつね色になっても中心部の温度は低い場合もあった。比較的低温の油に入れて時間をかけた調理や半解凍して揚げるなど、中心温度が十分に上がるまで衣を焦がさずに揚げるための、消費者の行きやすい調理条件が示されることが必要である。

## 4. EHECの加熱による失活

組成条件の異なる人工培地や食品中での実験的加熱によるEHECの失活に関する研究から、一般の調理による加熱によってEHECは容易に死滅することが示されている。牛肉製品での加熱実験では、D<sub>60</sub>値（60℃で菌数が1/10に減少するために必要な時間）が約1.7分～2分（牛挽肉）<sup>10)</sup>または約45秒（牛挽肉）<sup>11)</sup>、D<sub>70</sub>値が約2.4秒（ビーフパティ）<sup>12)</sup>または約3.3秒（牛挽肉）<sup>13)</sup>との報告もある。菌株や供試検体の条件によってD値は異なるため、中心温度が60℃で6分程度または70℃で10秒程度保たれば菌数を1/1,000以下に減少させることになる。脂身の割合や野菜などの肉以外の混合の割合、また含気の状態によって加熱効率が異なること、安定した温度調整の困難さなども考慮すると、中心温度またはその保持時間が菌の死滅のために余裕を持った条件（目安の例として、中心部が75℃、1分間など）で調理されることが必要と考えられる。

## 5. おわりに

EHECは、1996年以降、日本での重要な食中毒細菌であり、死者が発生するなどEHEC食中毒が社会的イベントとして扱われるたびに食中毒防止対策や基準の設定が繰り返行なわれてきた。その効果も認められているが、EHEC食中毒の発生が大きく減少しているとはいえない状況である。広域食中毒の原因としても重要性が増大しているEHECの食品での制御について、今後さらに研究が必要とされている。

## 引用文献

- 1) 食品安全委員会. 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) 2010年4月; [https://www.fsc.go.jp/sonota/risk\\_profile/risk\\_ushi\\_o157.pdf](https://www.fsc.go.jp/sonota/risk_profile/risk_ushi_o157.pdf)
- 2) 静岡市保健所長. 報告書「安倍川花火大会における集団食中毒に関する調査結果について」平成26年8月19日; <http://www.city.shizuoka.jp/000170134.pdf>
- 3) 国立感染症研究所感染症情報センター. 白菜浅漬による腸管出血性大腸菌O157食中毒事例について—札幌市. *病原微生物検出情報* 2013; 34: 126.
- 4) 磯部順子. 腸管出血性大腸菌 焼肉チェーン店を原因施設とする腸管出血性大腸菌による集団食中毒の概要. *日本食品微生物学会雑誌* 2012; 29: 94-7.
- 5) 小林直樹, 工藤由起子. 腸管出血性大腸菌の分子生物学的研究と食品での検査法の発展. *日本食品微生物学会雑誌* 2013; 30: 147-55.
- 6) 厚生労働省. 飲食店における腸管出血性大腸菌O157食中毒対策について飲食店における腸管出血性大腸菌O157食中毒対策について. 食安監発0915第1号平成21年9月15日. <http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/kanren/kanshi/dl/090915-1.pdf>
- 7) 田中亜希子, 中村かほり, 大塚仁, 堀切裕子, 富田正章: 腸管出血性大腸菌O157による食中毒事件に学ぶ. *食品衛生研究* 2011; 61(4): 45-8.
- 8) 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会食中毒部会議事録. (平成22年3月19日). <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2010/03/txt/s0319-14.txt>
- 9) 田中恵美, 柏木久輝, 土屋亮介, 牧田幸久, 小山祐人, 矢野滋久, 高井健太, 平井愛, 西尾智裕, 野田佳宏: 冷凍メンチカツに関する消費者の意識調査と課題について. 静岡県健康福祉部東部健康福祉センター; <http://www.pref.shizuoka.jp/kousei/ko530/yakuji/sinsa/documents/318sum.pdf>
- 10) Wiegand KM, Ingham SC, Ingham BH: Evaluating lethality of beef roast cooking treatments against *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Food Protection*. 2012; 75: 48-61.
- 11) Doyle MP, Schoeni JL: Survival and growth characteristics of *Escherichia coli* associated with hemorrhagic colitis. *Applied and Environmental Microbiology*. 1984; 48: 855-6.
- 12) Osaili T, Griffis CL, Martin EM, Beard BL, Keener A, Marcy JA: Thermal inactivation studies of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat chicken-fried beef patties. *Journal of Food Protection*. 2006; 69: 1080-6.
- 13) Murphy RY, Martin EM, Duncan LK, Beard BL, Marcy JA: Thermal process validation for *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in ground turkey and beef products. *Journal of Food Protection*. 2004; 67: 1394-402.