

食の安全・安心にかかわる最近の話題9

冷凍未加熱メンチカツを原因とする腸管出血性大腸菌O157:H7感染症の集団発生事例

くろ き とし ろう
黒 木 俊 郎
Toshiro KUROKI

はじめに

腸管出血性大腸菌 (enterohemorrhagic *Escherichia coli*: EHEC) O157:H7 は、腸管出血性大腸菌感染症の主要な原因菌であり、下痢と腹痛を引き起こし、重篤例では出血性大腸炎や溶血性尿毒症候群を呈する。EHEC 感染症は日本の感染症法では3類感染症に規定され、診断した場合は直ちに保健所に届け出ることになっている。わが国では、毎年2,500例の有症患者と1,500例の無症候性キャリアからなる約4,000例のEHEC感染症例が報告されている¹⁾。EHECにはO157、O26、O111などの血清型が含まれており、このうちO157を原因とする感染症の発生の頻度が高く、次いでO26、O111、O103などがこれに続く。2016年に解析された腸管出血性大腸菌の中で、EHEC O157は53%を占め、次いでO26(32%)、O103(3.6%)となっている。これま

でに、食品由来あるいはヒト-ヒト感染が関与する腸管出血性大腸菌感染症の集団発生がしばしば発生した。2013～2016年に食品由来の13～25例のEHEC感染症の集団発生が報告されている。これらの集団発生の患者数は105～766症例であった。

2016年10月にEHEC O157:H7感染症の集団感染が神奈川県で発生した²⁾。本事例は、スーパーマーケットで販売されたEHEC O157:H7に汚染された冷凍の未加熱メンチカツの喫食が原因であった。本稿ではその事例の概要を紹介する。

I. 事例の概要

神奈川県域(横浜市、川崎市、相模原市、横須賀市、藤沢市を除く地域)において2016年10月に医療機関からのEHEC O157:H7感染症患者の届出が増加した(図1)。届出を受けて、県の保健福祉事務所が患者に対する喫食調査等の疫学調査を行った。疫学

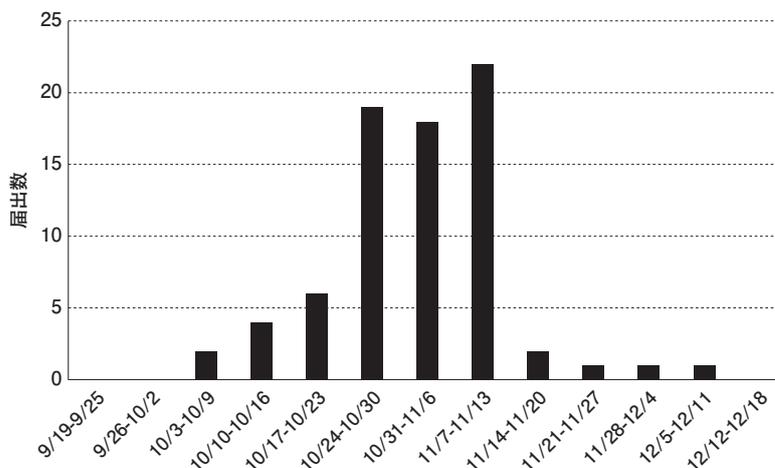


図1 神奈川県域における腸管出血性大腸菌患者の届出数(2016年)

調査の結果は神奈川県衛生研究所感染症情報センターに集められ、患者の行動や喫食状況をセンターにおいて解析したところ、市販の未加熱メンチカツが共通食品として疑われることが明らかとなった。この情報は感染症情報センターから直ちに各保健福祉事務所に提供され、この情報に基づいてすでに調査を開始していた患者およびその家族に対して、改めて当該メンチカツの喫食状況、購入店と購入日等の聞き取りを行った。また、新たに届出があった患者に対しては通常の聞き取り調査に加えて、メンチカツの喫食の有無等を詳細に調査した。

本事例は冷凍未加熱メンチカツを原因とするEHEC O157:H7 菌株による感染であることが判明し、EHEC 感染症の症状を呈するヒトを患者、無症状のヒトを感染者と定義したところ、県域では患者

38人(男性21人、女性17人)、感染者12人(男性4人、女性8人)、神奈川県全体では患者61人(男性31人、女性30人)、感染者17人(男性7人、女性10人)であった。患者の症状および年齢の分布を表1および図2に示した。県域の患者の発症日は2016年10月12日から11月8日であった(図3)。

表1 神奈川県域で発生したEHEC O157:H7 集団感染の症状の分布

症状	全体(38人)	入院患者(17人)
下痢	34	16
腹痛	35	16
血便	28	17
嘔吐	4	2
発熱	16	10
HUS	4	4
急性腎不全	4	4
その他	4	4

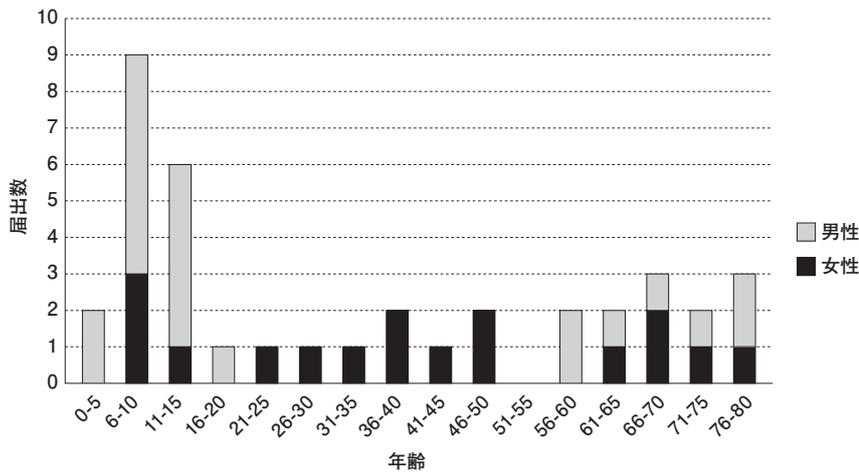


図2 神奈川県域で発生したEHEC O157:H7 集団感染の患者の性別と年齢の分布

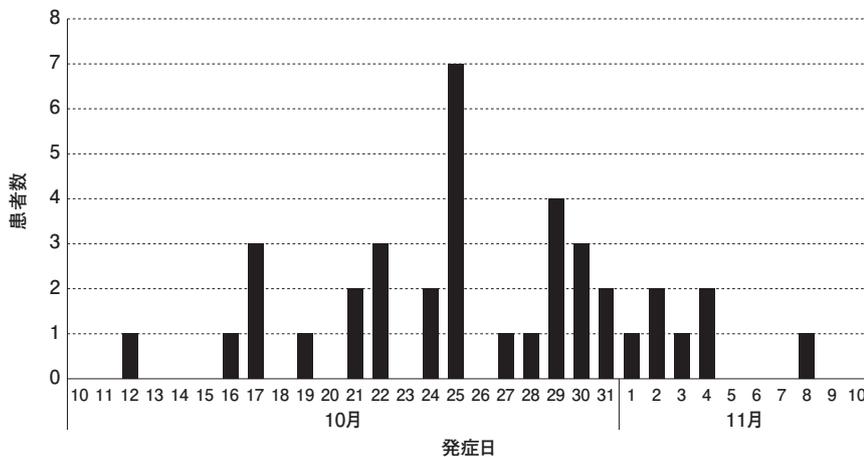


図3 神奈川県域で発生したEHEC O157:H7 集団感染の発症日の分布

喫食日と発症日が明らかであった患者 19 人の潜伏期間は 2～8 日（中間値は 3.5 日）であった（図 4）。17 人（男性 11 人、女性 6 人）が入院し、4 人（男性 1 人、女性 3 人、年齢 5～63 歳）が溶血性尿毒症症候群を発症した。入院期間は最長 95 日間であった。患者と接した 67 人のうち 12 人が無症候性感染者であった。

II. 原因食品の確定

患者宅に残されていた調理前のメンチカツが保健福祉事務所により回収され、EHEC O157:H7 の汚染を確認するために 10 月 27 日木曜日に当所に搬入された。当所の地域調査部がメンチカツからの EHEC O157:H7 の分離培養を担当し、微生物部が PFGE 法による遺伝学的解析を担当した。メンチカツの mEC 培地のホモジネートを直接接種した選択培地で EHEC 様の集落が観察されたことから、この集落を釣菌して各種性状確認用培地に接種するとともに、TSA 寒天平板にも画線培養し、接種当日に 36℃ で発育した集落を集菌して PFGE 法の処理を開始した。これにより、メンチカツ由来分離菌が患者由来株と PFGE パターンが同一であることと（図 5）、生化学的性状および血清型別により EHEC O157:H7 であることが 10 月 31 日月曜日までに確定した。これらの結果を受けて、同日、神奈川県保健福祉局生活衛生部生活衛生課は、本事例を市販の冷凍未加熱メンチカツを原因食品とする EHEC O157:H7 による食中毒の疑い事例と、さらに翌日に食中毒事例と発表した。

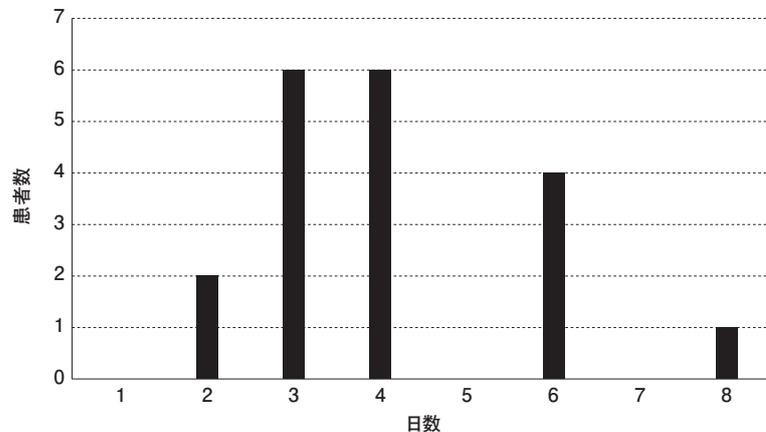


図 4 神奈川県で発生した EHEC O157:H7 集団感染の潜伏期間の分布

III. 原因食品のメンチカツ

原因食品となったメンチカツは、静岡県内の食品加工会社が製造者、神奈川県内の精肉店が販売者の製品で、未加熱の製品が冷凍で販売され、購買者が加熱調理して喫食するタイプのそうざい半製品であった。メンチカツは 1 個が約 90g あり、牛ひき肉、豚ひき肉、タマネギ、卵、調味料およびパン粉等を原料とし、4 個ずつ袋詰めされていた。事例発生時には、3 ロット（ロット 1：賞味期限 17. 2. 26、ロット 2：

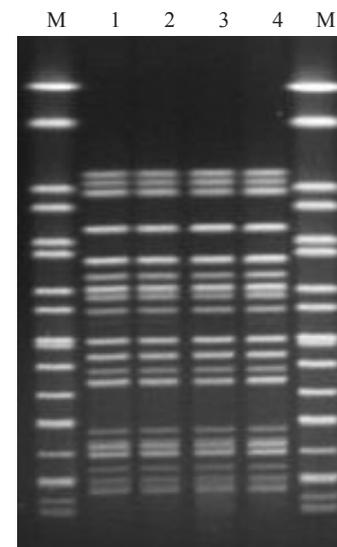


図 5 神奈川県で発生した EHEC O157:H7 集団感染における患者およびメンチカツ由来菌株の PFGE パターン

レーン 1-3 患者由来株、レーン 4 ロット 1 のメンチカツ由来株、レーン M DNA サイズマーカー *Salmonella* Braenderup H9812.

同 17. 2. 17、ロット 3：同 17. 4. 12) が販売されていたが、ロット 1 のみが EHEC O157:H7 に汚染されていた。このロットは、8,040 個 (2,010 袋) 製造され、大手スーパーマーケットの神奈川県内の 17 店舗に出荷され (10～790 袋/店舗)、100 袋は神奈川県以外の店舗に出荷された。EHEC O157:H7 患者発生後、各店舗において客に対して当該メンチカツの回収が呼びかけられた。これにより 410 袋 (21.5%) が回収され、販売されずに各店舗に残っていた 185 袋 (9.7%) と合わせて、神奈川県内では合計 595 袋 (31.2%) が回収された。

保健福祉事務所の聞き取り調査により、患者およびその家族が当該メンチカツを購入した店舗が判明していたため、店舗ごとの患者・感染者数を算出することが可能であった。メンチカツの未回収数と店舗ごとの患者・感染者数の相関係数を算出すると、0.99 となった。メンチカツを販売した 17 店舗のうち、1 店舗のみが出荷数が 790 袋と、他の店舗の 10～170 袋、平均 70.0 袋よりも突出して多かったため、この店舗を除いても 0.80 と高い相関係数を示した。この相関係数の算出には、未回収数ではなく、喫食数と患者・感染者数の相関係数を算出すべきであるが、詳細な調査の実施は困難であったため、未回収数のうちの一定の割合が喫食数であると仮定して相関係数を算出した。

IV. メンチカツの EHEC O157:H7 菌数

店舗において販売されずに残っていたメンチカツを対象にして、ロット 1 の 40 個 (5 店舗に由来：7～12 個/店舗)、ロット 2 の 8 個 (1 店舗に由来) およびロット 3 の 20 個 (3 店舗に由来：4～8 個/店舗) の計 68 個のメンチカツから EHEC O157:H7 の検出を試みたところ、ロット 1 の 40 個すべてから検出されたが、他の 2 ロットからは検出されなかった。次いで、EHEC O157:H7 の菌数を MPN 3 本法により計数した。その結果、EHEC O157:H7 の菌数は 2.3～110.0MPN/g で、幾何平均は 9.3MPN/g であった。EHEC O157:H7 の計数に用いたメンチカツは、製造された 8,040 個の 0.5% に過ぎないが、食中毒の原因となった EHEC O157:H7 がほぼ製品全体を均一に汚染していたことが推測された。当該メンチカツの店舗ごとの未回収数と患者・感染者数が高い

相関を示したことも、この推測をサポートしている。本事例では、メンチカツが EHEC O157:H7 により汚染された原因や汚染経路は明らかになっていないが、8,040 個のメンチカツの約 720kg の材料全体が汚染されるには、高度に汚染された原材料が材料の全体に均等に分布したことが考えられる、さらに、10℃においても EHEC O157:H7 は増殖可能であることが報告されていることから³⁾、原材料間の交差汚染を繰り返すことで材料全体に汚染が広がり保管・製造中に菌が増殖した可能性などが推測できる。

V. メンチカツの大腸菌数及び一般細菌数

大腸菌数と一般細菌数は 48 個のメンチカツの糞便汚染の指標として計数した (表 2)。大腸菌はロット 1 のすべてのメンチカツから検出され、菌数は 240～4.6x10³MPN/g で、幾何平均は 724MPN/g であった。ロット 2 と 3 のメンチカツの大腸菌の MPN 値は、ロット 2 の 1 個のメンチカツが 0.36MPN/g であった以外は、すべて検出限界以下であった。

メンチカツの一般細菌数は 2.7x10⁴～2.6x10⁶CFU/g であった。ロット 3 のメンチカツの一般細菌数はロット 1 のメンチカツの菌数よりも統計学的に有意に多かった。

VI. 聞き取り調査で得られた調理方法

原因食品となったメンチカツは、購入者が食べる前に「油で 170～175℃で 6 分間加熱する」ように示されていた。患者や家族からの聞き取りでは、多めの油で十分に加熱して中身は赤くなかったという回答がある一方、メンチカツを揚げるときに温度は確認しなかった、メンチカツの揚げ時間とカツの表面の色に頼っていた、メンチカツの内部はピンク色が残っていたので、十分に加熱された可能性は低い、との回答が得られた。

当所微生物部が、回収されたロット 1 のメンチカツを用いて、製品の袋に表示された推奨調理方法で実験的に加熱したところ、メンチカツ内部温度の上昇は十分ではなく、EHEC O157:H7 が検出された。

本事例の原因となったメンチカツにおける EHEC O157:H7 の菌数は 2.3～110.0MPN/g であった。集団発生に関連した肉の検体中の EHEC O157 菌数

表2 3 ロットのメンチカツの EHEC O157 菌数、大腸菌数及び一般細菌数

ロット	袋	賞味期限	試験した 個数/袋*	EHEC O157 (MPN/g)		大腸菌 (MPN/g)		一般細菌 (CFU/g)		ロットの平均**
				平均**	範囲	平均**	範囲	平均**	範囲	
1	1	2017.2.26	4	5.6	2.3-24.0	884.6	460-1100	3.6×10^5	$3.1-4.3 \times 10^5$	3.9×10^5
1	2	2017.2.26	4	4.9	2.3-12.0	282.4	240-460	3.0×10^5	$2.8-3.5 \times 10^5$	
1	3	2017.2.26	4	7.1	4.3-15.0	884.6	460-1100	3.8×10^5	$3.5-4.1 \times 10^5$	
1	4	2017.2.26	4	4.3	4.3	711.3	460-1100	4.0×10^5	$3.4-5.4 \times 10^5$	
1	5	2017.2.26	4	30.8	9.3-46.0	1265.0	460-4600	5.6×10^5	$4.6-6.4 \times 10^5$	
1	6	2017.2.26	4	9.4	4.3-46.0	ND	ND	ND	ND	
1	7	2017.2.26	4	7.7	4.3-9.3	ND	ND	ND	ND	
1	8	2017.2.26	3	29.1	9.3-110.0	ND	ND	ND	ND	
1	9	2017.2.26	3	5.8	2.3-9.3	ND	ND	ND	ND	
1	10	2017.2.26	3	9.9	4.3-24.0	ND	ND	ND	ND	
1	11	2017.2.26	3	21.8	15.0-46.0	ND	ND	ND	ND	
2	12	2017.2.17	4	<0.3	NA	NA	<0.3-0.36***	3.2×10^4	$2.7-3.6 \times 10^4$	4.1×10^4
2	13	2017.2.17	4	<0.3	NA	<0.3	NA	5.2×10^4	$4.0-7.4 \times 10^4$	
3	14	2017.4.12	4	<0.3	NA	<0.3	NA	6.8×10^5	$5.9-8.8 \times 10^5$	
3	15	2017.4.12	4	<0.3	NA	<0.3	NA	6.6×10^5	$3.2-11.0 \times 10^5$	
3	16	2017.4.12	4	<0.3	NA	<0.3	NA	8.8×10^5	$7.7-10.0 \times 10^5$	
3	17	2017.4.12	4	<0.3	NA	<0.3	NA	8.8×10^5	$5.3-26.0 \times 10^5$	
3	18	2017.4.12	4	<0.3	NA	<0.3	NA	1.0×10^6	$7.3-13.0 \times 10^5$	

ND 未実施、NA 該当せず、*メンチカツは4個ずつ袋に包装、**幾何平均、***大腸菌をメンチカツ1個から検出

文献2より改変

は、これまでに複数の研究者により、それぞれ 0.9 ~ 4.3MPN/g、 $<10 \sim 6.2 \times 10^3$ CFU/g、 $<0.3 \sim 15$ MPN/g、 $<0.3 \sim 2.3 \times 10^3$ MPN/g とされ⁴⁻⁷⁾、本事例に近い菌数も報告されている。消費者が食べる前に加熱調理する食品の場合は、その食品中の EHEC の菌数は減少することから、生肉中の EHEC O157:H7 の菌数から感染菌量を推定することは難しいが、本事例他の調査結果から、少数でも感染が成立する可能性があることが示唆された。

ロット1のメンチカツ中の大腸菌数は 240 ~ 4.6×10^3 MPN/g であったが、他のロットのメンチカツからは大腸菌は検出されなかった。一方で、一般細菌数は3つのロットで高い値を示し、本事例の原因となったロット1よりもロット3が有意に高かった。この調査結果は、一般細菌数よりも大腸菌の汚染が EHEC O157:H7 の存在の指標となることを示している。大腸菌は、食品加工場の衛生状態の評価や、EHEC O157:H7 等の病原体の存在予測に有用な糞便汚染の指標である⁸⁾。

おわりに

本事例は、購入者が調理して喫食する冷凍の未加熱メンチカツが原因であった。冷凍で保管できる食品は購入者が長い期間保管する可能性があり、販売が中止されても感染症が発生するというリスクが残る⁹⁾。消費者は購入した食品が病原菌に汚染されて

いるという情報に接しない限り、その食品を消費して、感染症に罹患する危険にさらされている。したがって、冷凍の未加熱食品が関連する感染症の発生、予防には、出来るだけ迅速かつ広範囲に広報しなければならない。今回、EHEC O157:H7 による集団発生が公表された直後の11月1日には、マスメディアやWEBサイト、スーパーマーケットの各店舗の掲示を通じ汚染されたメンチカツに関する注意喚起とメンチカツの回収が呼びかけられた。これらのメッセージは効果的で、神奈川県域での症例の最後の発症日は11月8日、神奈川県全体では11月17日であった。海外では、広報の効果は、リスクのある消費者にどのようにメッセージが届くかということとともに、疾病への関心の有無に依存しているとされている¹⁰⁾。EHEC O157:H7 感染症は、以前から広くマスコミ等で取り上げられることがあり、県民の間でも関心が高い感染症であると思われる。

食品を介して感染する感染症や食中毒を予防し、消費者に対する安全対策として、法的規制、食品製造の衛生管理および衛生教育・啓発活動が重要である。本事例の原因となったメンチカツは、喫食前に加熱調理を必要とするそうざい半製品で、冷凍で販売されていた。しかし、冷凍食品とは異なり、食品衛生法の規定に基づく個別の規格基準は設けられていない。本事例のような、食品による食中毒を防止するために、製造方法の基準や成分規格等を設けることが望まれる。さらに、食品の製造においては、

食品の微生物汚染防止、微生物の増殖抑制、あるいは微生物を除去・不活化するための衛生管理、家庭での加熱調理を考慮した商品設計などに取り組み、感染リスクを低減することが不可欠である。また、本事例の聞き取り調査において、加熱が不十分な状態での喫食がみられたことから、消費者に対する食品からの感染リスクに関する啓発・教育（食品をめぐる感染症や食中毒の概要、予防法、適切な調理法等）を活発に実施することが重要と思われる。

謝 辞

本事例の調査に関わった関係諸機関の方々ならびに本稿の作成にご協力いただきました方々に深謝いたします。

文 献

- 1) 国立感染症研究所 腸管出血性大腸菌感染症 2017年4月現在. 病原微生物検出情報2017; **38**: 87-88.
- 2) Furukawa I, Suzuki M, Masaoka T, *et al.* An outbreak of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 infection associated with minced meat cutlets in Kanagawa, Japan. *Jap J Infect Dis.* 印刷中
- 3) Tamplin, ML Growth of *Escherichia coli* O157:H7 in raw ground beef stored at 10°C and the influence of competitive bacterial flora, strain variation, and fat level. *J Food Prot.* 2002; **65**: 1535-1540.
- 4) Tuttle J, Gomez T, Doyle MP, *et al.* Lessons from a large outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections: insights into the infectious dose and method of widespread contamination of hamburger patties. *Epidemiol Infect.* 1999; **122**: 185-192.
- 5) Szabo R, Todd E, MacKenzie J, *et al.* Increased sensitivity of the rapid hydrophobic grid membrane filter enzyme-labeled antibody procedure for *Escherichia coli* O157 detection in foods and bovine feces. *Appl Environ Microbiol.* 1990; **56**: 3546-3549.
- 6) Johnson JL, Rose BE, Sharar AK, *et al.* Methods used for detection and recovery of *Escherichia coli* O157:H7 associated with a food-borne disease outbreak. *J Food Protect.* 1995; **58**: 597-603.
- 7) Bolton FJ, Crozier L, Williamson JK, *et al.* Isolation of *Escherichia coli* from raw meat products. *Lett Appl Microbiol.* 1996; **23**: 317-321.
- 8) Riordan DCR, Sapers GM, Hankinson TR *et al.* A study of U.S. orchards to identify potential sources of *Escherichia coli* O157:H7. *J Food Prot.* 2001; **9**: 1320-1327.
- 9) Laine ES, Scheftel JM, Boxrud DJ, *et al.* Outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with nonintact blade-tenderized frozen steaks sold by door-to-door vendors. *J Food Prot.* 2005; **68**: 1198-1202.
- 10) Mahon BE, Slutsker L, Hutwagner L, *et al.* Consequences in Georgia of a nationwide outbreak of *Salmonella* infections: what you don't know might hurt you. *Am J Public Health.* 1999; **89**: 31-35.

(平成30年3月入稿)