

(案)

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)

微生物・ウイルス専門調査会

2010年1月

## 目 次

1		
2		
3	1. 対象の微生物・食品の組み合わせについて	1
4	(1) 対象病原体	1
5	① 分類（血清型）	1
6	② 形態等	1
7	③ 増殖・抑制条件	1
8	④ 毒素産生性	2
9	⑤ 感染源	2
10	(2) 対象食品	3
11	2. 公衆衛生に影響を及ぼす重要な特性	3
12	(1) 引き起こされる疾病の特徴	3
13	① 潜伏期間	3
14	② 排菌期間	3
15	③ Stx の毒性及びその作用機序	3
16	④ 治療法	3
17	(2) 用量反応関係	3
18	(3) 腸管出血性大腸菌感染症	5
19	① 腸管出血性大腸菌感染症発生状況	5
20	② 腸管出血性大腸菌の月別検出状況	5
21	③ 症状	6
22	④ HUS	7
23	⑤ 感受性集団	8
24	⑥ 死亡数	9
25	(4) 食中毒発生状況	9
26	① 血清型別食中毒発生状況	10
27	② 月別発生状況	10
28	③ 年齢別食中毒発生状況	11
29	④ 感染者が 10 人以上の食中毒の発生状況	12
30	⑤ 死亡事例の特徴	13
31	⑥ 原因食品	13
32	⑦ 原因施設	15
33	3. 食品の生産、製造、流通、消費における要因	16
34	(1) フードチェーンの概要	16
35	(2) 生産場（農場）	16
36	① 解体方法	18
37	② 解体処理時の汚染及び交差汚染等	18
38	(4) 加工場等における工程	19

1	(5) 流通・販売・消費 .....	19
2	(6) 喫食実態.....	21
3	① 喫食状況.....	21
4	② 喫食頻度.....	21
5	③ 喫食量 .....	21
6	4. 公衆衛生上の問題点の抽出.....	22
7	(1) 腸管出血性大腸菌感染症の発生動向.....	22
8	(2) 腸管出血性大腸菌による食中毒の原因食品・原因施設.....	22
9	(3) 血清型による感染症の特徴 .....	22
10	(4) 生産段階での汚染.....	22
11	(5) 処理流通段階での汚染.....	22
12	(6) 生食又は加熱不十分な食肉及び内臓肉の喫食 .....	22
13	(7) 若齢者及び高齢者への健康影響.....	23
14	5. 対象微生物・食品に対する規制状況等.....	23
15	(1) 国内規制等 .....	23
16	① 生産農場での対策 .....	23
17	② と畜場及び食肉処理場での対策 .....	23
18	③ 流通する食品への対策.....	23
19	(2) 諸外国における規制及びリスク評価.....	24
20	① 規制等 .....	24
21	② リスク評価事例.....	25
22	6. 求められるリスク評価と今後の課題 .....	25
23	(1) 求められるリスク評価.....	25
24	(2) 今後の課題 .....	26
25	7. 参考文献.....	26
26		

## 1. 対象の微生物・食品の組み合わせについて

### (1) 対象病原体

本リスクプロファイルで対象とする微生物は、食品中の腸管出血性大腸菌とする。

食品中の腸管出血性大腸菌は、我が国の食品衛生法では、1997年の食品衛生法施行規則の改正により新たに食中毒の報告が必要な病因物質と分類されたものであるが、特に定義はされていない。当該改正は、伝染病予防法で腸管出血性大腸菌感染症が指定伝染病に指定されたことに伴い行われたものであり、腸管出血性大腸菌感染症と診断された患者のうち、医師から食中毒として届出られたものが食中毒の報告対象となる。

なお、伝染病予防法は2000年に廃止され、新たに感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律（感染症法）が定められた。感染症法では、腸管出血性大腸菌感染症は三類感染症とされ、「ベロ毒素 (Verotoxin, VT) を産生する腸管出血性大腸菌 (enterohemorrhagic *E. coli*, EHEC、Shiga toxin-producing *E. coli*, STEC など) の感染によって起こる全身性疾病である。」と定義されている。

以下に腸管出血性大腸菌の分類等について、概説する。

#### ① 分類（血清型）

大腸菌は、菌体表面に存在する糖鎖抗原である O 抗原、運動性にかかわる鞭毛抗原の H 抗原及び莢膜抗原の K 抗原で分類されている。

腸管出血性大腸菌については 100 種類を超える O 血清型が知られているが、特に血清型 0157 の感染が世界的に多く、また、血清型 026、0103、0111 及び 0145 が人から多く分離されている<sup>1)</sup>（以下、腸管出血性大腸菌血清型 0157 等にあっては、単に 0157 等と記載）。

0157 に次いで、米国においては、0111、026、0103<sup>39)</sup>、欧州においては、026、0103、0119 などの感染が多く確認されている<sup>40)</sup>。日本では 0157 に次いで 026 の患者数が多く、2008 年に分離された血清型は、0157 が約 65%、026 が約 24%、0111 が約 4%、残りをその他種々の血清型が占めている。

#### ② 形態等

腸管出血性大腸菌は通常の大腸菌と同様、グラム陰性の通性嫌気性桿菌で周毛性の鞭毛を有し、ブドウ糖を発酵し酸とガス (CO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>) を産生する。

分離頻度の高い 0157 では通常の大腸菌と性質が異なる点が知られており、ソルビトール遅分解性、β-グルクロニダーゼ非産生である<sup>28)</sup>。

#### ③ 増殖・抑制条件

腸管出血性大腸菌の生残や増殖には、温度、pH、水分活性 (a<sub>w</sub>) が影響する。病原大腸菌の増殖温度、pH、a<sub>w</sub> は表 1 に示すとおりであるが、0157 は、増殖温

1 度範囲が若干限定的で、最低8℃、最高約44-45℃、至適は37℃である<sup>41)</sup>。

3 表1 病原大腸菌の増殖条件

	最低	至適	最高
温度(℃)	約7-8	35-40	約44-46
pH	4.4	6-7	9.0
a <sub>w</sub>	0.95	0.995	-

4  
5  
6 参照文献41より作成

7 0157の熱に対する抵抗性は、脂肪含有量の多い食品中ではD値は高くなり、牛  
8 ひき肉におけるD値は、脂肪2%の場合、57.2℃で4.1分、62.8℃で0.3分であ  
9 るが、脂肪30.5%ではそれぞれ5.3分、0.5分である<sup>19)</sup>ことが報告されている。  
10 一方、牛ひき肉中では凍結しても生残すること<sup>2)</sup>が報告されている。

11 なお、0157の殺菌については、我が国においては75℃1分間以上の加熱による  
12 こととされている。これは、調理用オーブンによるハンバーグの調理加熱での0157  
13 の消長に関し、65℃1分間の加熱により10<sup>8</sup>の接種菌量が死滅した報告で裏付け  
14 られている<sup>36)</sup>。

15  
16 0157の酸耐性については、pH4.0から4.5の酸性条件下での増殖が可能<sup>28)</sup>な場  
17 合があり、酸性食品中での長期の生残も可能(表2)である。

18  
19 表2 食品中での0157:H7の酸性下での生残性

食品	生残期間	pH	保存温度(℃)
発酵ドライソーセージ	2ヶ月間	4.5	4
マヨネーズ	5~7週間	3.6~3.9	5
アップルサイダー	10~31日	3.6~4.0	8

20  
21 参照文献19より作成

22  
23 ④ 毒素産生性

24 腸管出血性大腸菌は、腸管内でVTを産生する。VTは培養細胞の一種であるペロ  
25 細胞(アフリカミドリザルの腎臓由来)にごく微量で致死的に働く毒素である。  
26 VTは赤痢菌の一種である*Shigella dysenteriae* 1(志賀赤痢菌)の産生する  
27 志賀毒素の抗体で中和されたことから、Stx(志賀毒素)とも呼ばれる。

28 また、VTは抗原性が異なるVT1とVT2の二つに大きく分けられるが、VT1はStx  
29 と同一であることが知られておりStx1とも呼ばれる。VT2はVT1と生物学的性状  
30 が酷似するが物理化学的性状や生物学的性状が異なる。マウスに対する毒性は、  
31 VT2がVT1より強い<sup>50)</sup>と考えられている。

32 なお、溶血性尿毒症症候群(Hemolytic uremic syndrome: HUS)を引き起こす  
33 のは、0157の場合、VT1を産生するものより、VT2またはVT1及びVT2を産生す  
34 るものが多く、重症化する傾向にある<sup>51)</sup>。

35  
36 ⑤ 感染源

37 腸管出血性大腸菌の主な生息場所は、ほ乳動物、鳥類の腸管内とされており、

1 牛、豚、鶏、猫、犬、馬、鹿、野鳥などから分離される他、井戸水、河川泥、昆  
2 虫（ハエ）などからも分離される。

3 家畜の中では特に牛の腸管や糞便からの分離が多く報告されている<sup>3)</sup>が、牛に  
4 対して症状は示さない<sup>28)</sup>。

5  
6 腸管出血性大腸菌の人への伝播経路については、食品を媒介とするもののほか、  
7 人から人への感染、動物からの感染、飲料水媒介による感染、プールでの感染な  
8 どが報告されているが、不明な事例が多い。

## 9 10 (2) 対象食品

11 本リスクプロファイルで対象とする食品は、牛肉及び牛内臓肉を主とする食肉と  
12 する。

## 13 14 2. 公衆衛生に影響を及ぼす重要な特性

### 15 (1) 引き起こされる疾病の特徴

16 腸管出血性大腸菌感染症の主な臨床症状は腹痛と下痢であるが、全く症状がない  
17 ものから軽い腹痛や下痢のみで終わるもの、頻回の水様便、激しい腹痛、著しい血  
18 便を伴う出血性大腸炎から HUS や脳症などの重篤な疾患を併発し、死に至るものま  
19 である。

#### 20 ① 潜伏期間

21 潜伏期間は最短1日から最長14日、平均4～8日とされている<sup>19)</sup>。

#### 22 23 ② 排菌期間

24 排菌は、症状が消失した後も続き、5歳以下の年少者で発症後17日間排菌が認  
25 められたとの報告がある<sup>19)</sup>。

#### 26 27 ③ Stx の毒性及びその作用機序

28 Stx は、細胞表面のレセプターである糖脂質(Globotriosyl ceramid:Gb3)に結  
29 合して宿主細胞内に取り込まれた後、宿主細胞の蛋白質合成阻害をすることによ  
30 って細胞毒性を発揮する<sup>9)</sup>。標的細胞としては、血管内皮細胞、大腸上皮細胞、  
31 腎メサングウム細胞や単球・マクロファージ等さまざまな細胞に対して作用し炎  
32 症や細胞死を誘導する。

#### 33 34 ④ 治療法

35 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  
36 使用することが基本であり、症状、季節、年齢などを考慮して適切に診断し、そ  
37 れに応じた治療を行うこととされている。抗菌剤として、小児ではホスホマイシ  
38 ン、ノルフロキサシン、カナマイシンなど、成人ではニューキノロン、ホスホマ  
39 イシンなどが経口投与で用いられる<sup>10)</sup>。

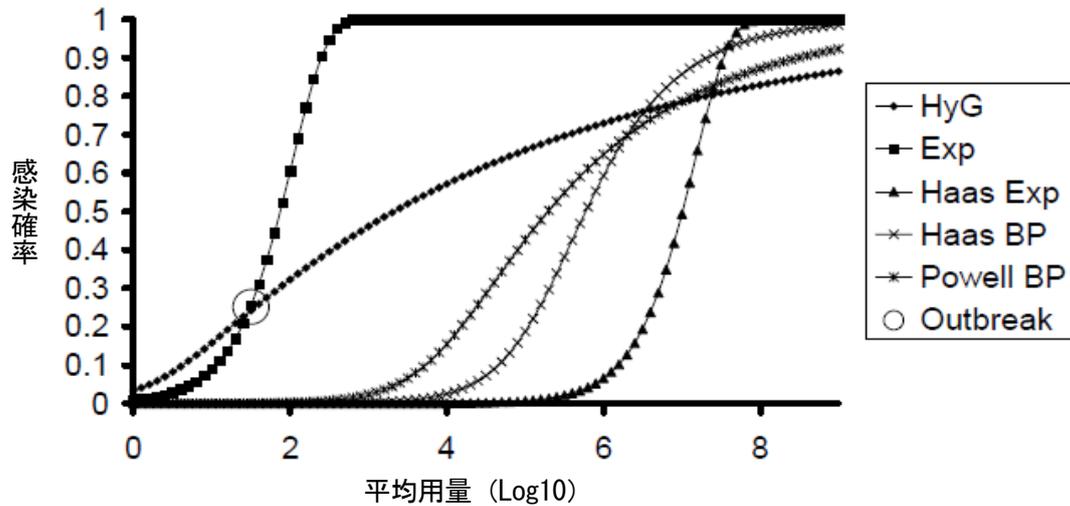
## 40 41 (2) 用量反応関係

我が国において発生した腸管出血性大腸菌による食中毒の中で摂取菌数及び原因食品中の汚染菌数が判明したものを表3に整理した。これによると一人当たり 2～9cfu の菌の摂取で食中毒が発生した事例があることがわかる。

表3 腸管出血性大腸菌による食中毒事例における摂取菌数

原因食品	汚染菌数	食品推定 摂取量	摂取菌数/人	血清型	毒素型	発生年	文献
シーフードソース	4～18cfu/100g	208g	11～50cfu	0157:H7	VT1, 2	1996	参照30
サラダ	4～18cfu/100g	72g	(平均)				
メロン	43cfu/g	50g	約2,000cfu	0157:H7	VT1, 2	1997	参照31
イクラ醤油漬	0.2～0.9MPN/100g 0.73～1.5MPN/10g	20～60g -	- -	0157:H7	VT1, 2	1998	参照32 参照33
冷凍ハンバーグ	1.45MPN/g	100g 200g	<108～216MPN	0157	VT1, 2	2004	参照34
牛レバ刺し	0.04～0.18cfu/g	50g以下	2～9cfu	0157	VT2	2006	参照35

また、オランダの国立公衆衛生環境研究所 (RIVM) のリスク評価では、岩手県での小学校における食中毒事例<sup>30)</sup>をもとに、図1に示す用量反応曲線が作成されている<sup>42)</sup>。当該評価では、指数モデル(Exp)と超幾何モデル(HyG)を用いた場合のパラメーターを表4のとおり推定している。なお、Hass らのウサギを用いた実験的な 0157 感染のモデル (Haas Exp , Hass BP) 及び Powell らのヒトでの代替病原体の利用に基づくモデル (Powell BP) が当該食中毒事例のデータ (Outbreak) とは一致せず、0157 が高い感染性を有することを示す結果となっている。



※ HyG : 超幾何モデル (児童のデータのみ図中に表示)、Exp : 指数モデル、BP : ベータポアソンモデル

図1 腸管出血性大腸菌 0157 の用量反応モデルの概要

参考文献 42 より

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27

表4 RIVM 評価報告書のパラメータ推定値

宿主	病原体	指数 $e^{-rD}$	超幾何	
			$F_i (a, a+b, -D)$	
		$r$	$a$	$b$
小児	STEC 0157	$9.3 \times 10^{-3} \text{ cfu}^{-1}$	0.1	2.3
成人	STEC 0157	$5.1 \times 10^{-3} \text{ cfu}^{-1}$	0.07	3.0

参照文献 42 より

(3) 腸管出血性大腸菌感染症

腸管出血性大腸菌による感染症は、感染症法に基づく全数把握対象疾病である。医師は、腸管出血性大腸菌感染症の患者等について、臨床的特徴及び定められた検査方法等による検査結果を踏まえ、都道府県知事に届出ることとされている。

また、当該疾病患者、無症状病原体保有者を診察した医師からの届出及び提供された検査材料からの病原体検出状況を取りまとめたものが、感染症発生動向調査に基づく患者情報及び病原体情報である。

① 腸管出血性大腸菌感染症発生状況

表5は感染症法に基づく感染症発生動向調査（患者情報）で2000～2008年に報告された報告数（週報）をまとめたものである。これによると、2004年以降の感染者数は横ばいか漸増傾向で推移しており、2007年と2008年は、2年連続で4,000例を超えている状況にある。そのうちの有症状者数についても同様の傾向にあり、有症状者の割合は54.1～67.8%で推移していることが判る。

表5 腸管出血性大腸菌感染症報告数

年次	報告数※	有症状者	
		有症状者	有症状者割合(%)
2000	3,648	2,265	62.1
2001	4,435	2,943	66.4
2002	3,183	1,994	62.6
2003	2,999	1,623	54.1
2004	3,764	2,551	67.8
2005	3,589	2,426	67.6
2006	3,922	2,515	64.1
2007	4,617	3,083	66.8
2008	4,321	2,818	65.2

※無症状病原体保有者を含む

感染症発生動向調査週報<sup>43)</sup>より作成

② 腸管出血性大腸菌の月別検出状況

感染症発生動向調査（病原体情報）による2005～2009年（9月まで）の腸管出血性大腸菌の月別検出状況を図2に示した。これによると腸管出血性大腸菌の検出は、毎年5月頃から増加を始め、8月頃に最大となって以降減少するパターンを示し、夏季に流行のピークが見られることがわかる。

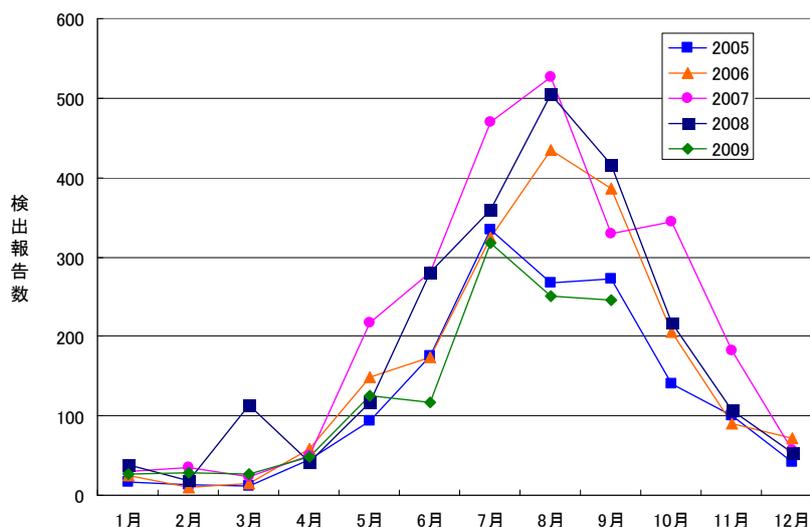


図2 腸管出血性大腸菌の月別検出状況（2005～2009年）

病原微生物検出情報より作成

③ 症状

2008年の感染症発生動向調査（病原体情報）による腸管出血性大腸菌検出報告2,471例<sup>†</sup>について、血清型別の臨床症状をまとめたものが表6である。これによると腸管出血性大腸菌感染症は血清型により発症率が異なり、026は0157よりも発症率が低いことがわかる。

0157及び026の主な症状は次のとおりである。

0157：1,611例のうち不詳を除く1,541例については、下痢56.5%、腹痛52.7%、血便39.2%、発熱21.0%であり、HUSが1.7%であった。無症状は32.1%であった。

026：581例から不詳を除いた570例については、下痢37.9%、腹痛27.9%、血便7.7%、発熱11.8%でHUSの事例は無く、無症状が52.1%であった。

<sup>†</sup> 感染症発生動向調査に基づく病原体情報は保健所の判断に基づき必要に応じて提供されるものであり、患者情報の集計値（表5）とは異なるものである。

1

表6 腸管出血性大腸菌検出例の血清型別臨床症状(2008年)

血清型	例数	臨床症状 <sup>※</sup>										
		無症状	発熱	下痢	嘔気 嘔吐	血便	腹痛	意識 障害	脳症	HUS	腎機能 障害	不詳
検出総 報告数	2,471	918	419	1,194	251	685	1,074	1	1	27	19	103
0157	1,611	494 (32.1)	323 (21.0)	871 (56.5)	197 (12.8)	604 (39.2)	812 (52.7)	1 (0.1)	1 (0.1)	26 (1.7)	18 (1.2)	70
026	581	297 (52.1)	67 (11.8)	216 (37.9)	31 (5.4)	44 (7.7)	159 (27.9)	-	-	-	-	11
0111	88	20 (26.3)	8 (10.5)	45 (59.2)	10 (13.2)	15 (19.7)	47 (61.8)	-	-	-	-	12
0145	34	17 (51.5)	2 (6.1)	14 (42.4)	2 (6.1)	4 (12.1)	12 (36.4)	-	-	1 (3.0)	-	1
その他	132	69 (56.1)	16 (13.0)	45 (36.6)	8 (6.5)	17 (13.8)	41 (33.3)	-	-	-	-	9
OUT	25	21 (84.0)	3 (12.0)	3 (12.0)	3 (12.0)	1 (4.0)	3 (12.0)	-	-	-	1 (4.0)	-

※2つ以上の臨床症状が報告された例を含む。

( )内は、例数から不詳例を除いた数に占める各症状の割合(%)を示す。

病原微生物検出情報<sup>7)</sup>より作成

2

3

4

5

#### ④ HUS

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

HUSは溶血性貧血、血小板減少、急性腎不全を3主徴とする症候群で、腸管出血性大腸菌の感染に引き続いて発症することが多く、腸管出血性大腸菌感染者の約10~15%に発症し、HUS発症者の約1~5%が死亡するとされている<sup>7)</sup>。

我が国では、感染症発生動向調査(患者情報)において2006~2008年に腸管出血性大腸菌感染症の有症者の約3~4%にHUSを併発したとの報告がある<sup>7)</sup>。

同調査における我が国の腸管出血性大腸菌感染症のHUS発生率は、2008年の全年齢で人口10万対0.07(2006年0.08、2007年0.10)、5歳未満では0.87(2006年0.96、2007年1.13)であった。諸外国における5歳未満のHUS発生率はアルゼンチンが最も高く13.9、スコットランド3.4、アイルランド2.33(英国全体で1.54)、米国2.01、フランス1.87、ニュージーランド/オーストラリア1.0~1.3などで、いずれも日本より高い。ただし、スコットランド、米国、フランスは、HUSとしてのサーベイランスが強化されており、積極的な症例探索が行われている。一方、日本で過去に行われた全国調査では、小児のHUS例だけで年間およそ130例が報告されており、現在の感染症発生動向調査における大腸菌感染症のHUS発症数は、過少評価しているものと推測される<sup>7)</sup>とされている。

HUSを発症した患者については、回復しても腎不全などの重篤な後遺症が残ることがある。2008年に感染症発生動向調査で報告された94のHUS発症例について行った調査では、死亡が5例(致死率5.3%)、後遺症ありと報告された症例が、意識障害(2例)、慢性腎炎(1例)、腎機能障害(1例)、蛋白尿(1例)の5例とされている<sup>7)</sup>。

また、表7に2008年に報告されたHUSの年齢群別の発生率について示した。これによるとHUS発症者は、0~4歳が全体の50%と最も多く、15歳未満では約

80%を占める。有症状者に占める HUS 発症例の割合は、0～4 歳が最も高い。性別は男性が 39 例、女性が 55 例で女性に多く見られている<sup>7)</sup>。

表 7 年齢群別 HUS 報告数と発生率(2008 年)

年齢群	HUS	有症状者	HUS発生率(%) <sup>※</sup>
0-4歳	47	683	6.9
5-9歳	21	463	4.5
10-14歳	8	252	3.2
15-64歳	12	1,205	1.0
65歳以上	6	215	2.8
総計	94	2,818	3.3

※HUS発生率(%)=HUS報告数/有症状者数

病原微生物検出情報<sup>7)</sup>より

⑤ 感受性集団

腸管出血性大腸菌感染症について、2008 年の感染者数及び有症者の割合を年齢別に示したものが図 3 である。感染者に関しては、5 歳未満が最も多く、5～9 歳がこれに次いでいる。有症者の割合については、14 歳以下の若年層や 70 歳以上の高齢者で 70%以上と高く、一方で 30 代、40 代では有症者の割合が 43%以下であった<sup>7)</sup>。この傾向は 1997 年に国立感染症研究所に送付された腸管出血性大腸菌 0157:H7 が分離された者について調べた有症状者/無症状者の割合<sup>8)</sup>とほぼ一致しており、大きな変化は起こっていないものと考えられる。

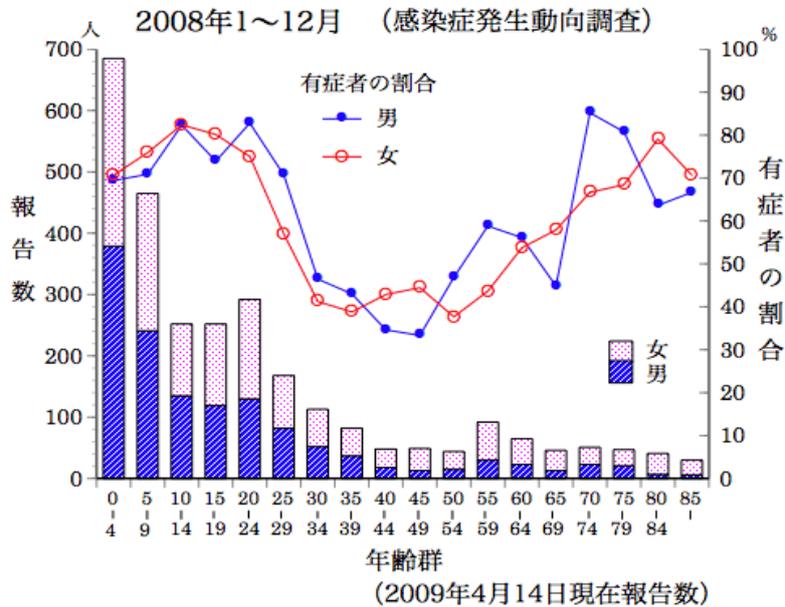


図 3 腸管出血性大腸菌感染症年齢別発生状況

病原微生物検出情報<sup>7)</sup>より

腸管出血性大腸菌への感受性は小児が最も高く、感染者数も例年最も多い。幼稚園等では集団発生が多く報告されている。岩手県の小学校における集団食中毒<sup>30)</sup>データを用いたRIVMの報告では、教師の感染確率は、児童の感染確率の半分と推定している（集団食中毒に関与した教師の人数が少なかったため、統計的な有意差は認められない。）<sup>42)</sup>。

また、高齢者の感受性も高く、老人介護施設における集団発生が報告されている。

#### ⑥ 死亡数

1999～2008年の人口動態統計から死因が腸管出血性大腸菌による腸管感染症とされている死亡数をまとめたものが、表8である。2008年までの10年間で49名の死亡者が報告されており、約53%が70歳以上の高齢者であり、約24%が4歳以下の若齢者である。

表8 腸管出血性大腸菌による腸管感染症での年齢区分別死者数

年齢区分	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	合計
0～4歳	-	3	-	2	-	2	2	1	2	-	12
5～9歳	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
10～14歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
15～19歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20～24歳	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
25～29歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
30～34歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
35～39歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
40～44歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
45～49歳	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2
50～54歳	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
55～59歳	-	-	-	2	-	-	1	1	-	-	4
60～64歳	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
65～69歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
70～74歳	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1	4
75～79歳	1	1	-	-	2	-	2	1	-	-	7
80～84歳	-	-	2	1	-	1	1	-	1	1	7
85～89歳	-	1	-	-	-	-	1	-	-	2	4
90～94歳	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	3
95～99歳	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
100歳～	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
不詳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
合計	1	7	5	7	3	4	7	6	4	5	49

※基本死因分類が「A04.3 腸管出血性大腸菌感染症」となっているものを集計

厚生労働省人口動態統計より作成

#### (4) 食中毒発生状況

腸管出血性大腸菌による食中毒は、1996年に全国的流行があり10,000人以上の患者数が報告されたが、2000～2008年は、このような大規模な食中毒事例は発生していないものの、発生件数は10～25件程で推移し、患者数は70～1,000人程と年次により増減がみられる。

また、感染症発生動向調査（患者情報）と比較すると、同報告数に占める食中毒患者数の割合は、数%から 30%までと年次により差が認められている。米国では、0157 感染者の 85%が食品媒介によるものと推定されており<sup>49)</sup>、我が国では食品由来と判明した事例は少ない実態となっている。

なお、腸管出血性大腸菌による食中毒での死者は、2004 年以降は報告されていない。

① 血清型別食中毒発生状況

表 9 に 1996～2005 年までの腸管出血性大腸菌による食中毒の主な血清型別の発生件数等を示した。これによると腸管出血性大腸菌による食中毒は、0157 によるものが最も多い。

表 9 腸管出血性大腸菌による食中毒の主な血清型別発生状況

年	0157			026			0111		
	件数	患者数	死者数	件数	患者数	死者数	件数	患者数	死者数
1996	87	10,322	8	2	7	0	4	76	0
1997	25	211	0	14	14	0	7	7	0
1998	13	88	3	1	88	0	2	7	0
1999	6	34	0	0	0	0	1	4	0
2000	14	110	1	1	1	0	1	2	0
2001	24	378	0	0	0	0	0	0	0
2002	12	259	9	0	0	0	0	0	0
2003	10	39	1	1	141	0	0	0	0
2004	18	70	0	0	0	0	0	0	0
2005	24	105	0	0	0	0	0	0	0
2006	24	179	0	0	0	0	0	0	0
2007	25	928	0	0	0	0	0	0	0
2008	17	115	0	0	0	0	0	0	0

厚生労働省食中毒統計より作成

② 月別発生状況

2004～2008 年の腸管出血性大腸菌による食中毒の月別発生状況を図 4 に示した。これによると腸管出血性大腸菌による食中毒の発生は、4～10 月に多く、7～8 月の盛夏期に最も多くなるが、冬期でも発生が認められている。

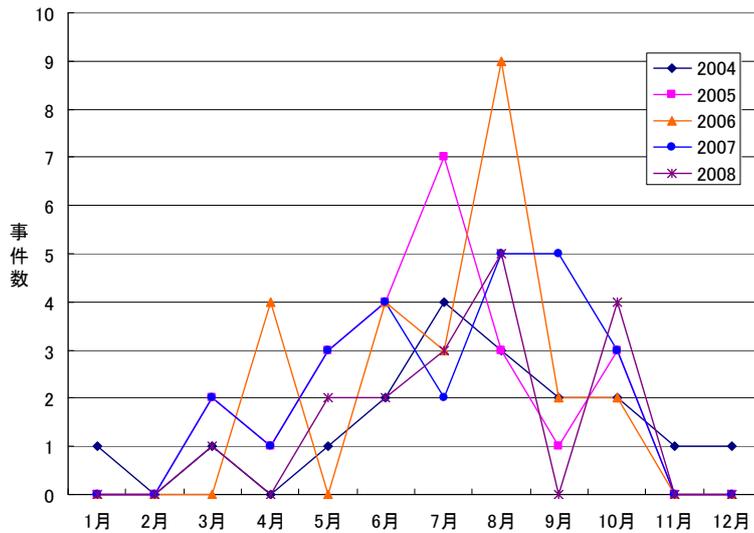


図4 腸管出血性大腸菌による食中毒の月別発生状況 (2004～2008年)  
厚生労働省食中毒統計より作成

③ 年齢別食中毒発生状況

1999～2005年までの腸管出血性大腸菌による食中毒患者数及び死者数について年齢区別にまとめたものが表10である。これによると患者は9歳以下の若齢者が約38%、70歳以上の高齢者が約9%を占めている。また、死者数については、70歳以上の高齢者が約90%を占めていることがわかる。

表10 腸管出血性大腸菌による食中毒の年齢区分別患者数

単位：人、( )内は死者数

年齢区分	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	合計	割合 (%)
0歳	1	-	-	2	-	-	-	3	0.3
1～4歳	3	24	32	10	68	8	9	154	14.4
5～9歳	4	26	47	64	80	16	11	248	23.2
10～14歳	2	13	117	30	5	14	22	203	19.0
15～19歳	12	6	34	4	-	7	9	72	6.7
20～29歳	5	8	49	33	15	16	23	149	14.0
30～39歳	3	11	35	9	2	5	15	80	7.5
40～49歳	7	4	16	8	3	2	5	45	4.2
50～59歳	2	4	29	25 (1)	3	-	7	70 (1)	6.6
60～69歳	4	6	9	29	2	1	2	53	5.0
70歳以上	3	11 (1)	10	59 (8)	6 (1)	1	2	92 (10)	8.6
不詳	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	46	113 (1)	378	273 (9)	184 (1)	70	105	1,169 (11)	

厚生労働省食中毒統計より作成

④ 感染者が10人以上の食中毒の発生状況

2000～2008年の感染症発生動向調査（患者情報）のうち、腸管出血性大腸菌陽性者（無症状者を含む）10人以上の食品媒介事例を抽出し、その概要をとりまとめたものが表11である。血清型別で見ると0157が多い。原因食品が特定されているものは少ないが、発生の多い焼肉店の事例では、食肉や食肉から交差汚染した他の食品が原因食品となった可能性も考えられる。発生施設については飲食店が多いが、高齢者施設や保育所・幼稚園などでの発生もみられる。

表11 感染者が10人以上の腸管出血性大腸菌による食中毒の発生状況

年	発生時期	血清型	毒素型	患者数/摂取者数	推定原因食品等	発生施設
2000	5月	0157:H7	VT1,2	不明/不明	レタスから菌分離	病院
	10～11月	0157:H-	VT2	41/569	牛の丸焼き(推定)	イベント会場
	3～4月	0157:H7	VT1,2	195/454	牛タタキ・ローストビーフ	家庭
2001	8月	0157:H7	VT1,2	5/不明	施設の給食(推定)	福祉・養護施設
	8月	0157:H7	VT1,2	29/223	焼肉店	飲食店
	8月	0157:H7	VT1,2	26/不明	和風キムチ	福祉・養護施設
2002	4～5月	0157:H7	VT1,2	30/不明	保存牛肉から菌分離	飲食店
	6～7月	0157:H7	VT2	74/162	キュウリの浅漬けから菌分離	保育所
	8月	0157:H7	VT1,2	123/876	香味和えから菌分離	病院・老人保健施設
2003	5月	0157:H7	VT1,2	4/270	在宅老人への配食	家庭
	7月	0157:H7	VT1,2	8/477	ラーメンチェーン店	飲食店
	8月	0157:H7	VT1,2	11/54	食肉販売店調理品	家庭
	9月	026:H11	VT1	141/3,476	センター方式給食	幼稚園
2004	7月	0111:H-	VT1,2	110/377	韓国修学旅行	高校
2005	3月	0157:H7	VT2	9/25以上	焼肉店(加熱不十分のホルモン(推定))	飲食店
	3月～	0157:H7	VT1,2	9/19	牛レバー(推定)	飲食店
	6月	0157:H7	VT1,2	不明/>70以上	特定不能	地域行事
	7月	0157:H7	VT1,2	4/128	焼肉店	飲食店
2006	7～8月	0157:H7	VT2	7/25	焼肉店	飲食店
	8月	0157:H7	VT1,2	11/不明	焼肉店	飲食店
	8～9月	026:H11	VT1	13/128	焼肉店	飲食店
	9月	0157:H7	VT2	81/122	中国修学旅行	高校
	9～10月	0157:H7	VT2	9/987	焼肉店	飲食店
2007	5月	0157:H7	VT1,2	5/568	焼肉店(ユッケ(推定))	飲食店
	5～6月	0157:H7	VT2	467/7,700	当該施設が調理した食事及び弁当(推定)	学校食堂
	6月	0157:H7	VT1,2	22/40	会食料理	飲食店
	7月	0157:H7	VT1,2	11/139	肉類	飲食店
2008	9～10月	0157:H7	VT1,2	314/>4,243以上	仕出し弁当	飲食店
	3月	026:H11	VT1	91/249	豪州修学旅行	学校
	7月	0157:H7	VT1,2	6/23	生レバー、牛刺し等	飲食店
	8月	0157:H7	VT1,2	10/53	バーベキュー(加熱不十分の肉)	その他
	10月	0157:H7	VT1,2	5/46	焼き肉	その他

病原微生物検出情報、厚生労働省食中毒統計より作成

⑤ 死亡事例の特徴

1996～2008 年に報告された腸管出血性大腸菌による食中毒事例から全死亡事例を抽出し概要をとりまとめたものが表 1 2 である。これによると 22 人全ての事例が 0157 によるものであり、9 歳以下の若齢者が 5 人(22.7%)、約 60 歳以上の高齢者が 14 人(63.6%)であり、85%以上がこの年齢層で占められていることがわかる。

また、性別では女性が多い傾向にある。

表 1 2 腸管出血性大腸菌による食中毒での死亡事例

年	死者数	死者性別及びうち数	年齢層	血清型	毒素型	死因等	原因食品	原因施設
1996	8	女3	5～9歳	0157:H7	VT1, 2	10歳及び12歳はHUSにより死亡	学校給食(推定)	学校
			10歳					
		女2 女1 男1 男1	12歳	0157:H7	VT1, 2	HUSを併発し死亡	学校給食(推定)	学校
			5～9歳					
			1～4歳					
5～9歳	0157	—	—	不明	不明			
50歳代	0157:H7	VT1, 2	—	サラダ(推定)	社員食堂			
1998	3	男2	70歳代	0157:H7	VT2	—	サラダ(だいこん、レタス、わかめ、まぐろ油漬け、ドレッシング)	特別養護老人ホーム
		女1	80歳代					
2000	1	女1	75～79歳	0157	—	HUSを併発し死亡	かぶの浅漬け	老人保健施設
2002	9	男2 女7	73歳 74歳	0157:H7	VT1, 2	HUS等を併発し死亡	和え物(推定)(香味和え：ゆでほうれん草、蒸しささみ、ねぎ、生しょうが、醤油で和えたもの)	病院、老人保健施設
			58～98歳					
2003	1	女1	93歳	0157:H7	VT1, 2	発病後3日目に脳症及びHUSを併発し死亡	配食弁当(推定)	仕出屋

病原微生物検出情報、厚生労働省食中毒統計より作成

⑥ 原因食品

腸管出血性大腸菌による食中毒の原因食品としては、牛肉(特に牛ひき肉)、チーズ、牛乳(特に未殺菌乳)、牛レバーなど牛に関連する食品(非加熱または加熱不十分のもの)が多い。

また、野菜による事例が世界的に多く報告されており、米国では、非加熱または最小限の加工がされた野菜や果物(レタス、アルファルファ、ほうれん草、アップルジュース、メロンなど)が原因食品の事例が報告されているが、これらは生産段階での牛糞の汚染の関与が疑われている。

我が国で、1998～2005 年までの間に発生した腸管出血性大腸菌による食中毒事例について、原因食品別の発生件数等を示したものが表 1 3 である。これによると原因食品が不明なものを除いた件数に占める各食品群の割合では、肉類及びその加工品の割合が 50%を超えることが多く、原因食品群の中で最も高い割合を示していることがわかる。

1

表 1 3 原因食品別腸管出血性大腸菌食中毒発生件数

単位:件(%)

原因食品・食事	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	合計
魚介類及びその加工品	2 (33.3)	0	1 (9.1)	0	0	0	0	0	3 [3.1]
肉類及びその加工品	2 (33.3)	4 (66.7)	6 (54.5)	11 (64.7)	5 (55.6)	2 (18.2)	6 (42.9)	11 (50.0)	47 [49.0]
卵類及びその加工品	0	0	0	0	0	0	0	1 (4.5)	1 [1.0]
乳類及びその加工品	0	0	0	0	0	0	0	0	0
穀類及びその加工品	0	0	0	0	0	0	0	0	0
野菜及びその加工品	0	0	1 (9.1)	1 (5.9)	1 (11.1)	0	0	0	3 [3.1]
菓子類	0	0	0	0	0	0	0	0	0
複合調理食品	2 (33.3)	0	0	0	1 (11.1)	0	0	0	3 [3.1]
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0
食品特定	0	1 (16.7)	0	0	0	1 (9.1)	1 (7.1)	0	3 [3.1]
食事特定	0	1 (16.7)	3 (27.3)	5 (29.4)	2 (22.2)	8 (72.7)	7 (50.0)	10 (45.5)	36 [37.5]
不明	10	2	5	7	4	1	4	2	35
合計	16	8	16	24	13	12	18	24	131

※():年次件数/(各年次合計数-各年次不明数)×100

[]:各食品合計数/(総件数-総不明数)×100

厚生労働省食中毒統計より作成

2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9

更に 2003～2009 年の 7 年間の腸管出血性大腸菌による食中毒事例について原因食品と原因施設の関係を整理したものが表 1 4 である。これによると原因食品が判明した事例は全て食肉に関係しており、焼肉などが約 25%を占め最も多く、レバー、ユッケ、ホルモンが次いで多いことがわかる。

10

表 1 4 原因食品及び原因施設

原因食品群	件数	原因施設	件数
焼き肉など	29	飲食店	25
		家庭	2
		その他	2
レバー	16	飲食店	13
		家庭	2
		販売店	1
ユッケ	6	飲食店	6
ホルモン	3	飲食店	2
		その他	1
不明	63	飲食店	49
		仕出屋	3
		家庭	2
		事業所	2
		学校	1
		その他	1
		不明	5
計	117		

厚生労働省/食中毒・食品監視関連情報 ただし、2009 年は速報より

11  
12

⑦ 原因施設

我が国で1998～2005年に発生した腸管出血性大腸菌による食中毒について、原因施設別の発生件数等について示したものが表15である。

これによると飲食店での発生割合は1998年と2005年を比較すると約2.5倍に増加しており、2005年には95%を超えていることがわかる。また、家庭での発生については、例年1件程度であるが、ほぼ毎年発生していることがわかる。

なお、表14に示したとおり、2003～2009年の7年間の食中毒事例でも原因施設については、飲食店が最も多く約80%を占め、その他は家庭、事業所、学校であることがわかる。

表15 原因施設別腸管出血性大腸菌食中毒発生件数

原因施設	年									合計
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	合計	
家庭	1 (12.5)	1 (14.3)	2 (16.7)	1 (5.6)	0	1 (8.3)	1 (5.9)	1 (4.2)	8 [7.3]	
事業場	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
保育所	2 (25.0)	0	0	0	1 (9.1)	0	0	0	3 [2.8]	
老人ホーム	1 (12.5)	0	1 (8.3)	1 (5.6)	0	0	0	0	3 [2.8]	
学校	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
幼稚園	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
小学校	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
病院	0	0	0	0	2 (18.2)	0	0	0	2 [1.8]	
旅館	0	0	0	1 (5.6)	1 (9.1)	0	0	0	2 [1.8]	
飲食店	3 (37.5)	5 (71.4)	7 (58.3)	13 (72.2)	6 (54.5)	9 (75.0)	14 (82.4)	23 (95.8)	80 [73.4]	
販売店	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
製造所	1 (12.5)	0	0	2 (11.1)	0	0	0	0	3 [2.8]	
仕出屋	0	0	1 (8.3)	0	0	2 (16.7)	0	0	3 [2.8]	
その他	0	1 (14.3)	1 (8.3)	0	1 (9.1)	0	2 (11.8)	0	5 [4.6]	
不明	8	1	4	6	2	0	1	0	22	
合計	16	8	16	24	13	12	18	24	131	

※(): 年次件数/(各年次合計数-各年次不明数)×100

[ ]: 各施設合計数/(総件数-総不明数)×100

厚生労働省食中毒統計より作成

### 3. 食品の生産、製造、流通、消費における要因

#### (1) フードチェーンの概要

一般的な牛肉の流通経路について図4に示す。当該経路のうち、内臓肉については不明な点が多く実態が把握されていないため、(2)～(6)では主に食肉の生産から消費までの汚染要因等について記載する。

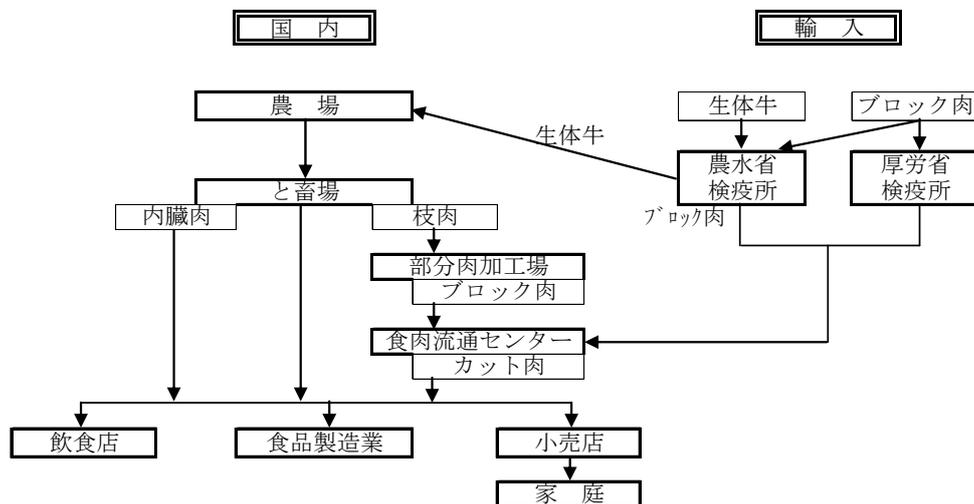


図5 一般的な牛肉等の流通経路

#### (2) 生産場（農場）

牛の保菌率は、農場や季節により異なることが報告されている。また、保菌牛の飼育群内での接触や糞便によって畜舎、放牧場、飲水等が汚染される。

##### ① 国内

1998年に行われた地方の78農場の乳牛358頭の直腸便の検査では、62.8%の牛の便からstx遺伝子が検出され、22.1%の牛からSTECが分離され、026及び0157等が分離された<sup>16)</sup>との報告がある。

2006～2007年に行われた全国の11県の123農場の乳牛932頭の直腸便の検査では、30.4%の牛の便からstx遺伝子が検出され、11.9%の牛からSTECが分離され、026は分離されたが0157は分離されなかった<sup>17)</sup>との報告がある。

2004～2006年に行われた7自治体のと畜場に搬入された1,025頭の牛の腸管出血性大腸菌汚染実態調査では、出荷農場のうち0157陽性となった農場に地域的な偏りは見られず、0157は全国に分布していることが推測されている。農場ごとの陽性率は、0157が24.8%(83/335)、026では2.5%(8/318)であった。また、0157陽性牛の品種は、黒毛和種(16.8%)、交雑種(15.2%)、ホルスタイン種(11.0%)であり、それぞれの陽性率に有意差は見られなかったと報告されている<sup>47)</sup>。更に、同調査で0157の月別の検出状況を見たところ、5～12月は10%を超え、特に6～9月の夏期には約20%の検出率であったとしている。

1 1998～1999年に行われた一地方の農場及びと畜場での牛の月齢別の STEC 汚染  
 2 調査では、2ヶ月齢未満 39.4%、2～8ヶ月齢 78.9%、1歳以上 40.8%であった  
 3 <sup>12)</sup>と報告されている。

4 前記の 2004～2006年の調査では、月齢別の 0157 陽性率は 33～36 月齢で最も  
 5 高く (50.0%)、交雑種で 17～20 月齢 (25.0%)、ホルスタイン種では 29～32 月齢  
 6 (50.0%) で最も高い結果となっている。

7  
 8 表 1 6 にと畜場に搬入された牛の腸管出血性大腸菌汚染実態調査の結果 (前記  
 9 以外の報告) をまとめた。農場での汚染を反映する直腸内容物での 0157 陽性率  
 10 は 1996 年以降増加しており、2004 年以降は 10% を超える事例が報告されている。  
 11 一方、026 の陽性率は低い。

12 表 1 6 と畜場に搬入された牛の腸管出血性大腸菌の汚染状況

検体	検体数	陽性数	汚染率 (%)	血清型	検体採取年	文献
糞便	20,029	401	2.0	0157	1996～1998	参照24
糞便	536	35	6.5	0157	1999	参照25
糞便	324	11	3.4	0157	2003	参照27
直腸内容物	301	31	10.3	0157	2004	参照22
直腸内容物	551	60	10.9	0157	2004～2005	参照21
直腸内容物	130	13	10.0	0157	2005～2006	参照15
直腸便	506	60	11.9	0157	2005～2006	参照20
舌拭き取り	60	4	6.7	0157	2004	参照22
口腔内唾液	481	11	2.3	0157	2004～2005	参照21
口腔内唾液	329	2	0.6	0157	2005～2006	参照20
糞便	508	3	0.6	026	2000	参照26
糞便	178	14	7.9	026	2003	参照27
直腸内容物	551	7	1.3	026	2004～2005	参照21
直腸内容物	130	1	0.8	026	2005～2006	参照15
直腸便	481	3	0.6	026	2005～2006	参照20
口腔内唾液	481	2	0.4	026	2004～2005	参照21
口腔内唾液	329	1	0.3	026	2005～2006	参照20
糞便	508	1	0.2	0111	2000	参照26

14  
 15  
 16 ② 海外

17 米国では、繁殖牛について平均 63%の群から 0157 が分離され、群内では 6～9  
 18 月 (暖かい季節) に平均 4%、10～5 月 (暖かくない季節) に 3%の分離率とし、  
 19 肥育牛については平均 88%の群から分離され、群内では 6～9 月に平均 22%、10  
 20 ～5 月に平均 9%の分離率である <sup>13)</sup> としている。これらの調査結果から次のとお  
 21 り考察している。

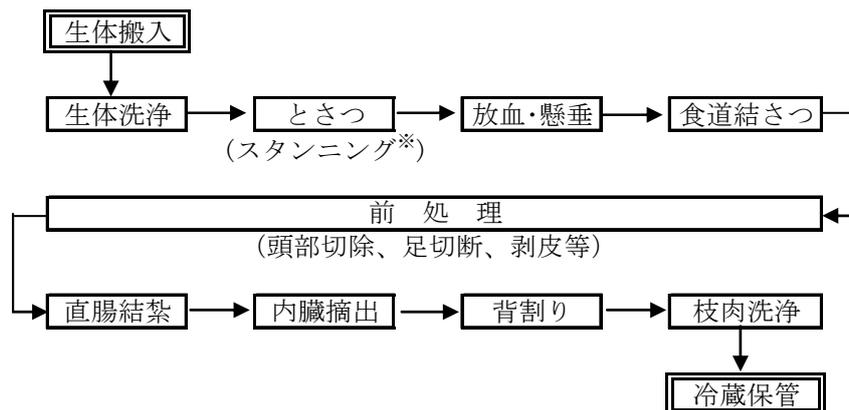
- 22 ・ 汚染の季節変動
- 23 牛からの分離率は 6～9 月に高く、10～5 月に低い。
- 24 ・ 汚染機序
- 25 飼育環境や繁殖場での他牛からの感染がある。

1 (3) 処理場

2 ① 解体方法

3 と畜場に搬入された牛の解体処理方法には図6のようなオンライン処理方式  
4 (放血後のとたいを吊った状態で以降の処理を行う方式) と、いわゆるベッド処  
5 理方式(剥皮を作業台上で行う方式)があり、各処理場の規模などにより処理方  
6 法は異なる。

7 解体処理は、いずれの方法であっても一部自動化されている工程を除き、手作  
8 業によって行われている。



※スタンガンで失神させること

9 図6 と畜・解体処理工程

11 ② 解体処理時の汚染及び交差汚染等

12 解体処理工程では、特に以下の工程においてとたいの糞便や腸管内容物によ  
13 り枝肉及び内臓肉への汚染が生じるおそれがある。

- 14 ・ 牛糞汚染表皮の剥皮時における枝肉への汚染
- 15 ・ 内臓摘出時における腸管からの枝肉及び内臓肉への汚染

16 17  
18 また、糞便等による直接的な汚染以外に、以下のように作業員の手指を介す  
19 る汚染や施設・設備等の不十分な洗浄・消毒等による交差汚染が生じるおそれ  
20 がある。

- 21 ・ 床面からのはね水による枝肉及び内臓肉の汚染
- 22 ・ 作業施設、作業台、器具(刀等)からの枝肉及び内臓肉の汚染

23  
24 牛肉等の汚染状況については、表17にまとめた。これによると、枝肉の0157  
25 による汚染は、2003～2006年では減少傾向にあることがわかる。

1

表 1 7 牛枝肉等の汚染状況

検体	検体数	陽性数	汚染率 (%)	血清型	検体採取年	文献
枝肉	47,138	90	0.2	0157	1996～1998	参照24
枝肉	230	12	5.2	0157	2003～2004	参照34
枝肉	288	11	3.8	0157	2004～2005	参照21
枝肉	338	4	1.2	0157	2005～2006	参照20
一部剥皮後切皮部	243	11	4.5	0157	2005～2006	参照20
枝肉	288	1	0.3	026	2004～2005	参照21

2

3

4

#### (4) 加工場等における工程

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

#### (5) 流通・販売・消費

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

枝肉は部分肉に分割され、ブロックで生のまま販売されるものから、加熱・調味等の製造を経て食肉加工品として販売されるものまで、種々の製造・加工が行われるが、以下のような製造・加工工程が菌の汚染・増殖の要因となる。

- ・ カット処理時の器具等からの食肉及び内臓肉の表面汚染
- ・ 牛肉のテンダライズ(筋切り、細切り等) 処理、タンブリング(味付け等) 処理、結着処理による肉製品中心部への菌の汚染(中心部は外面に比べ加熱されにくい可能性)
- ・ 牛肉の味付け工程における漬込み液中での菌の増殖

食肉等の流通・販売・消費時には、以下の取扱い等が腸管出血性大腸菌の増殖や食中毒の発生要因となる。

- ・ 不適切な温度管理(保管温度)
- ・ 飲食店等での食品取扱者からの汚染
- ・ 調理器具等からの交差汚染
- ・ 食肉の生食や加熱不十分な調理品の喫食
- ・ 生食の可否や加熱に関する適切な表示の有無

我が国で、実験的に 0157 で汚染した牛内臓肉や調理器具(トング及び箸)を用いた焼肉調理での加熱による菌数の減少や調理器具及び食肉への汚染についての研究報告がある。当該研究では、レバー及び大腸ともに焼成の度合いが強い程菌数の減少が大きい結果であった。特にレバーではその差が大きく、十分焼成した場合、生焼けの場合の約 1/50 に菌数が減少した。また、生焼けでも全く焼成しない場合よりも約 1/100 に菌数が減少したことから、加熱の効果はあるものと思われた。同様に汚染内臓肉をトング及び箸でつかんだ場合、レバー及び大腸に特徴的な差は認められず、食肉全体に付着している菌数の 1/100～1/1,000 が当該調理器具を汚染したことが明らかになった。更に汚染調理器具で焼成済みの食肉をつかんだ場合、調理器具に付着している菌数の 1/10～1/100 が食肉を汚染することが認められたと報告されている<sup>48)</sup>。

市販食肉等の 0157 による汚染状況については以下のとおりである。

#### ① 国内

厚生労働省が毎年実施している市販流通食品を対象にした食中毒菌の汚染実態調査のうち、食肉中の 0157 についてまとめたものが表 18 である。これによると牛肉は他の食肉より汚染率が高く、特に生食用牛レバーの汚染率が他の食品に比べて高いことがわかる<sup>6)</sup>。

表 18 国内流通食肉の 0157 汚染状況

検体	検体数	陽性数	汚染率(%)	調査年度
生食用牛レバー	162	3	1.9	1999～2008
	( 49 )	2	4.1	1999 )
	( 14 )	1	7.1	2006 )
牛結着肉	469	1	0.2	1999～2008
	( 65 )	1	1.5	2003 )
カットステーキ肉	1,165	1	0.09	1999～2008
	( 245 )	1	0.4	2002 )
豚ミンチ肉	1,463	1	0.07	1999～2008
	( 194 )	1	0.5	2005 )
ミンチ肉	415	1	0.2	1999～2008
その他加工用食肉等	402	1	0.2	1999～2008
	( 141 )	1	0.7	2003 )

※ ( ) 内は、陽性検体が確認された年次のデータの詳細

参照文献 6 より作成

また、自治体一機関による市販牛内臓肉の 0157 汚染実態調査では多種類の臓器で汚染が認められ (表 19)、原因として牛の消化管に存在した 0157 がそのまま消化管系の内臓肉に残存したことやと畜後の処理中や販売店での取り扱い中に汚染された可能性が高いと考えられることが報告されている<sup>37)</sup>。

表 19 市販牛内臓肉の 0157 汚染状況 (2000～2004 年)

検体	検体数	陽性数	汚染率(%)
大腸	38	4	10.5
第二胃	21	1	4.8
第三胃	21	2	9.5
第四胃	20	2	10.0
血管	7	3	42.9
肝臓	24	2	8.3
心臓	14	1	7.1

参照文献 37 より作成

## ② 海外

欧州では、2007 年に小売り段階の生鮮牛肉の腸管出血性大腸菌による汚染が 0.6% (17/2,634)、そのうち 0157 によるものが 0.04% (1/2,634) であったと報告されている<sup>40)</sup>。

米国では 2004～2005 年に食肉加工施設で採取された挽肉の 0157 汚染が 0.173% (32/18,484) であったと報告されている<sup>45)</sup>。また、2005～2007 年に米国産切落し肉の 0157 汚染が 0.68% (13/1,900) であったと報告されている<sup>46)</sup>。

1 (6) 喫食実態

2 食品安全委員会が2006年度に実施した一般消費者(満18歳以上の男女各1,500  
3 名を対象)に対する牛肉及び牛内臓肉の喫食に関するアンケート調査<sup>38)</sup>(アンケー  
4 ト調査)において、牛肉については家庭での喫食傾向が6割と高く、一方、牛内臓  
5 肉では家庭での喫食傾向は5割であり、外食との差は無かった。

6 ① 喫食状況

7 外食、家庭での喫食にかかわらず牛肉及び牛内臓肉の主な調理としては焼き肉  
8 などの加熱調理が一般的であるが、生又は加熱不十分な状態での喫食も少なく  
9 ない。当該アンケート調査では、家庭で生食又は加熱不十分な状態での喫食する割  
10 合についての調査しか行われていないが、その結果は、約4割が生食又は加熱不  
11 十分な牛肉を、1割が生食又は加熱不十分な牛内臓肉を喫食すると回答されてい  
12 た。

13  
14 ② 喫食頻度

15 アンケート調査結果(表20)によると、牛肉の喫食頻度で最も多いのは、一  
16 ヶ月に1~3回が約4割、続いて一週間に1~2回が約3割である。これは、鶏肉  
17 や豚肉の喫食頻度が一週間に1~2回が5割を超えている状況と比較すると少ない。

18 また、牛内臓肉の喫食頻度は、年に数回が約4割、全く食べないが約3割を占  
19 め、牛肉の喫食頻度より更に低いことが示されている。

20  
21 表20 牛肉及び牛内臓肉の喫食頻度

項目	回答(%)	
	牛肉	牛内臓肉
一週間に3回以上	2.8	0.8
一週間に1~2回	36.2	3.6
一ヶ月に1~3回	43.7	19.3
年に数回	14.5	43.5
全く食べない	2.8	32.8

22  
23 参照文献38より作成

24  
25 ③ 喫食量

26 アンケート調査結果(表21)によると、一度に喫食する量は、牛肉は約7割  
27 が150g以上、牛内臓肉は約6割が100g以下である。

28  
29 表21 牛肉及び牛内臓肉の一度の喫食量

項目	単位:%					
	牛肉			牛内臓肉		
	全体	男性	女性	全体	男性	女性
50g以下	4.6	3.4	5.7	31.3	25.6	38.4
100g位	24.0	19.4	28.8	31.5	31.6	31.4
150g位	29.4	27.6	31.2	21.4	23.0	19.4
200g以上	42.0	49.7	34.3	15.8	19.7	10.8

30  
31 参照文献38より作成

#### 4. 公衆衛生上の問題点の抽出

前章までに整理されたハザード等に関する現状から、以下のとおり主要な問題点を抽出した。

##### (1) 腸管出血性大腸菌感染症の発生動向

2000～2008年までの間に、食中毒統計による事件数は12～25件、患者数は70～928人の範囲で増減しているが、顕著な減少がみられていないこと。

また、同期間の感染症発生動向調査による患者数は1,623～3,083人の範囲で増減が認められるが、2002年以降漸増傾向がみられること。

##### (2) 腸管出血性大腸菌による食中毒の原因食品・原因施設

2003年以降の原因食品の判明した食中毒事例では、原因食品はすべて焼肉などの食肉に関係するものであること。

また、1996年以降の原因施設の判明した食中毒事例では、原因施設は飲食店が約80%を占めており、感染者が10人以上の食中毒事例(2000年以降)では、飲食店15件中焼肉店に9件(60%)であったこと。

##### (3) 血清型による感染症の特徴

腸管出血性大腸菌感染症患者から検出される血清型のうちO157(約65%)、O26(約24%)、O111(約4%)の3型で約93%を占めており、その中ではO157が最も検出率が高いこと。

また、O157による感染症については、O26によるものよりも有症者の割合が高く(約70%)、腎不全などの重篤な後遺症が残る可能性のあるHUSや脳症などの重篤な疾患を併発する傾向が認められること。

さらに、1996年以降腸管出血性大腸菌による食中毒で死亡した者は全てO157によるものであること。

##### (4) 生産段階での汚染

農場における牛のO157保有率は1996年以降増加傾向にあり、2004年以降では10%を超える状況となっていること。

また、牛のO157保有率は農場により異なり、農場のO157汚染率は2004～2006年の全国調査で約25%となっていること。

##### (5) 処理流通段階での汚染

と畜場で処理された牛枝肉のO157汚染状況は、2003年以降5.2%から1.2%に減少傾向にあるが、市販流通食肉については減少傾向が認められないこと。

また、市販流通食肉等のうちレバー等の内臓肉については、食肉に比較して汚染率が高いこと。

##### (6) 生食又は加熱不十分な食肉及び内臓肉の喫食

2003年以降の原因食品の判明した食中毒事例では、原因食品はがとしてレバー、ユッケなど生食される料理が約19%を占めており、一般消費者を対象としたアンケート

1 ート調査結果でも約 40%の人が牛肉及び牛内臓肉を生食又は加熱不十分な状態で喫  
2 食すると回答していること。

3 また、汚染された食肉等の調理に使用したトング等の器具を介する非汚染食品へ  
4 の汚染が実験的に確かめられており、汚染食肉等を取り扱う場合は、同時に調理す  
5 る食品への交差汚染が生じる可能性があること。

6 さらに、結着等の加工処理食肉については、その製造工程中に汚染された食肉が  
7 加工肉内部に混入され、調理の際に中心部まで十分な加熱が行われなかった場合、  
8 菌が生残することがあること。

#### 9 10 (7) 若齢者及び高齢者への健康影響

11 腸管出血性大腸菌による食中毒患者の年齢構成は、9歳以下の若齢者（約38%）と  
12 60歳以上（約14%）で過半数を占めていること。

13 また、食中毒による死亡事例では、9歳以下の若齢者（約23%）と60歳以上（約  
14 64%）で85%を超えていること。

### 15 16 5. 対象微生物・食品に対する規制状況等

#### 17 (1) 国内規制等

##### 18 ① 生産農場での対策

19 家畜の生産段階における衛生管理については、家畜伝染病予防法に基づく飼養  
20 衛生管理基準が定められるとともに、HACCPのシステムの概念を取り入れ、危害  
21 を制御又は減少させる手法についてのガイドラインが策定されている。さらに、  
22 当該ガイドラインを踏まえたHACCP方式取組農家の認証基準制度の構築及び認証  
23 取得による高度な衛生管理の導入の促進により、農場における腸管出血性大腸菌  
24 0157の清浄化対策が推進されている。

##### 25 26 ② と畜場及び食肉処理場での対策

27 と畜場における衛生管理については、と畜場法に規定され、その基準について  
28 は、と畜場法施行規則において、給水設備等の衛生管理、枝肉の冷蔵設備の維持  
29 管理、と畜場内・機械器具の消毒の洗浄温度等の詳細が定められている。通知で  
30 の指導も行われている。

31 また、食肉処理場での衛生対策については、通知により指導が行われている。

##### 32 ○ 通知

##### 33 ✓ と畜場及び食肉処理場の衛生管理

34 （平成8年7月26日衛乳第182号、平成8年8月7日衛乳第190号、平成9  
35 年3月31日衛乳第104号）

##### 36 37 ③ 流通する食品への対策

##### 38 ア 食品の規格基準

39 食品衛生法においては、牛肉及び牛内臓肉等の食肉に腸管出血性大腸菌を対  
40 象とした個別食品の規格基準は定められていないが、これらの食品から0157  
41 及び026が検出された場合には、その都度、食品衛生法への適否の判断が行わ

1 れている。

2 また、食品衛生法に基づき、食肉は10℃以下、細切りした冷凍食肉（容器包  
3 装詰）は-15℃以下での保存基準が定められており、表示については、病原微  
4 生物による汚染が内部に拡大するおそれのある処理を行ったものは、処理を行  
5 ったことや飲食に供する際の十分な加熱についての表示を行うことが義務づ  
6 けられている。

7 生食用食肉等については、衛生基準（成分規格、加工等基準、保存等基準及  
8 び表示基準の目標）が通知で定められており、当該通知に基づく指導が行われ  
9 ている。

## 10 11 イ 食中毒防止対策

12 腸管出血性大腸菌による食中毒を防止する為、通知に基づく食品等事業者  
13 に対する指導や消費者に対する注意喚起が行われると共に、国内流通している市  
14 販食品については、自治体における収去検査が、輸入食肉については、検疫所  
15 における検査が行われている。

### 16 ○ 通知

- 17 ✓ 食品の十分な加熱、飲水の衛生管理等の病原性大腸菌 0157 による食中  
18 毒防止対策

19 （平成 8 年 6 月 12 日衛食第 151 号、平成 8 年 6 月 17 日衛食第 155 号、平  
20 成 12 年 3 月 8 日衛食第 39 号・衛乳第 46 号、平成 13 年 4 月 27 日食監発  
21 第 78 号、平成 21 年 9 月 15 日食安監発第 0915 第 1 号）

- 22 ✓ 大量調理施設衛生管理マニュアル（平成 9 年 3 月 24 日衛食第 85 号）  
23 ✓ 中小規模要理施設における衛生対策（平成 9 年 6 月 30 日衛食第 201 号）  
24 ✓ 生食用食肉等の衛生基準（目標）（平成 10 年 9 月 11 日生衛第 1358 号）  
25 ✓ 手洗い・消毒の励行、二次感染の防止、食肉の衛生的な取扱い、生食用  
26 食肉の販売自粛等の腸管出血性大腸菌感染症の予防対策（平成 19 年 8 月 8  
27 日健感発第 0808001 号・食安監発第 0808004 号）  
28 ✓ 乳幼児（若齢者）の生レバー喫食防止の注意喚起  
29 （平成 16 年 5 月 25 日食安監発第 0525003 号、平成 19 年 4 月 17 日食安監  
30 発第 0417001 号）  
31 ✓ とちく場、食肉販売店、焼肉店等への衛生指導、消費者への注意喚起等  
32 （平成 19 年 5 月 14 日食安監発第 0514001 号）  
33 ✓ 大量調理施設への指導（平成 19 年 7 月 31 日食安監発第 0731002 号）

## 34 35 (2) 諸外国における規制及びリスク評価

### 36 ① 規制等

#### 37 ア 韓国

38 以下の食品に *E. coli* 0157:H7 の規格が定められている。

- 39 ・ 食肉（製造、加工用原料を除く）：不検出  
40 ・ 滅菌・殺菌された、又はそれ以上の加工や加熱処理を行わず直接消費する  
41 加工食品：不検出

- 1           • 食肉加工品（生挽肉に限る）：陰性
- 2           • 果物・野菜類飲料（非加熱製品、非加熱品を含む製品に限る）：陰性
- 3       イ カナダ
- 4           *E. coli* 0157:H7 陽性の生牛ひき肉製品の製品回収等に関するガイドラインが定
- 5           められている。

## 7       ② リスク評価事例

- 8           • Quantitative risk assessment for *Escherichia coli* 0157:H7 in frozen beef
- 9           burgers consumed at home in France by children under the age of 16 (AFSSA
- 10           2007)
- 11           • RIVM report 284550008 - Disease burden in the Netherlands due to
- 12           infections with Shiga-toxin producing *Escherichia coli* 0157 (RIVM 2003)
- 13           • Comparative Risk Assessment for Intact (Non-Tenderized) and Non-Intact
- 14           (Tenderized) Beef (USDA/FSIS 2002)
- 15           • Risk Assessment of the Public Health Impact of *Escherichia coli* 0157:H7
- 16           in Ground Beef (USDA/FSIS 2001)
- 17           • RIVM report 257851003 - Risk assessment of Shiga-toxin producing
- 18           *Escherichia coli* 0157 in steak tartare in the Netherlands (RIVM 2001)
- 19           • *E. coli* 0157:H7 in beefburgers produced in the Republic of Ireland: A
- 20           quantitative microbial risk assessment

## 21       6. 求められるリスク評価と今後の課題

22       前章までにまとめた問題点及び現在行われているリスク管理措置等から今後求めら

23       れるリスク評価を（１）にまとめた。

24       しかし、現状では（２）にまとめた種々の課題があるため、（１）のリスク評価を直

25       ちに行うことは困難である。

26       なお、（２）にまとめた課題に関する調査・研究については、関係機関がそれぞれ関

27       係する分野において取組を進めることが必要と考える。

### 28       （１）求められるリスク評価

29       抽出された問題点から、対象微生物を腸管出血性大腸菌 0157、対象食品を生食用

30       （加熱不十分も含む。）牛肉及び牛内臓肉としたリスク評価を行うこと。

31       具体的な項目としては以下のものがあげられる。

- 32       ① 現状のリスクの推定（腸管出血性大腸菌感染症の実際の患者数、うち食
- 33       品由来患者数の割合、各原因食品の占める割合などを含む）
- 34       ② 年齢階層別の用量反応の推定
- 35       ③ 生産段階でのリスク管理措置（プロバイオティクス、ワクチン、飼料
- 36       管理等）によるリスク低減効果の推定

1 ④ とさつ解体工程でのリスク管理措置（腸管出血性大腸菌検査による汚  
2 染とたいの除染処理や加工用向け出荷、有機酸、スチーム等によると  
3 たい表面の除染処理）によるリスク低減効果の推定

4  
5 ⑤ 流通段階での生食用規格の導入によるリスク低減効果の推定

6  
7 ⑥ 牛肉及び牛内臓肉の保管条件や調理方法等のリスク管理措置によるリ  
8 スク低減効果の推定

## 9 10 (2) 今後の課題

11 ① 食中毒調査における疫学調査手法の向上と情報収集体制の整備

12 散発事例、広域散発事例を含む食品由来疾患に対する疫学調査手法の向上によ  
13 る、原因食品、原因施設、患者の転帰等の詳細に関するデータの入手ならびにそ  
14 れら情報の収集、集計システムの開発

15  
16 ② 生産段階での罹患率及び排菌数量を減らす効果的なリスク管理措置の究明  
17 食用牛肉生産農場の全国的な汚染実態調査、汚染原因、汚染低減対策等に関す  
18 るデータの入手

19  
20 ③ と畜場における汚染経路の究明

21 糞便中の腸管出血性大腸菌が筋肉を汚染するメカニズムの究明（腸管の損傷及  
22 び剥皮時にとたい表面に付着した糞便から食肉を汚染する割合／レベル）

23  
24 ④ 牛内臓肉の流通経路等の究明

25 牛内臓肉の流通経路、流通量、流通時の保管状況等、0157 の挙動に影響を及ぼ  
26 す要因に関するデータの入手

27  
28 ⑤ 市販牛肉及び牛内臓肉の汚染実態（菌量を含む）の究明

29 国内に流通する牛肉及び牛内臓肉のフードチェーンの各段階における汚染・増  
30 殖実態に関するデータの入手

31  
32 ⑥ 生食及び加熱不十分な牛肉及び牛内臓肉の喫食実態の究明

33 年齢別、品目別等の詳細なデータの入手

## 34 35 7. 参考文献

36 1) ZOOTIC non-0157 of shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC).  
37 Report of a WHO Scientific Working Group Meeting, Berlin, Germany 23-26 June,  
38 1998.

39 2) Doyle, M. P., and J. L. Schoeni. Survival and Growth Characteristics of  
40 *Escherichia coli* Associated with Hemorrhagic Colitis. *Appl. Environ.*  
41 *Microbiol.* 48, 855-856, 1984.

- 1 3)Hussein HS, and Bollinger LM. Prevalence of Shiga toxin-producing  
2 Escherichia coli in beef cattle. J Food Prot. 68: 2224-2241, 2005.
- 3 4)欠番
- 4 5)欠番
- 5 6)厚生労働省：食品中の食中毒菌汚染実態調査の結果(1999-2008)
- 6 7)国立感染症研究所、厚生労働省：腸管出血性大腸菌感染症 2009年4月現在. 病  
7 原微生物検出情報 30：1-5, 2009.
- 8 8)Terajima J, et al. : Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 in  
9 Japan. Emerg Infect Dis. 5: 301-302, 1999.
- 10 9)山崎伸二、竹田美文：Vero 毒素の構造と生物活性、臨床と微生物 23：785-799,  
11 1996.
- 12 10)厚生省；一次、二次医療機関のための腸管出血性大腸菌（O157等）感染症治  
13 療の手引き（改訂版）.
- 14 11)国立感染症研究所、厚生労働省：腸管出血性大腸菌感染症 2005年5月現在. 病  
15 原微生物検出情報 26：1-2, 2005.
- 16 12)Shinagawa K, et al. Frequency of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*  
17 in cattle at a breeding farm and at a slaughterhouse in Japan. Vet Microbiol.  
18 76: 305-309, 2000.
- 19 13)Risk Assessment of the Public Health Impact of *Escherichia coli* O157:H7  
20 in Ground Beef (USDA/FSIS 2001)
- 21 14)欠番
- 22 15)菊池葉子、高橋雅輝、瀬川俊夫、藤井伸一郎：と畜場に搬入された牛における腸  
23 管出血性大腸菌 O157 および O26 保有状況等調査. 獣医公衆衛生研究 9:16-17,  
24 2006.
- 25 16)Kobayashi H, et al. Prevalence and Characteristics of Shiga Toxin-Producing  
26 *Escherichia coli* from Healthy Cattle in Japan, Appl. Environ. Microbiol.  
27 67: 484-489, 2001.
- 28 17)Kobayashi H, et al. Changing Prevalence of O-serogroups and Antimicrobial  
29 Susceptibility Among STEC Strains Isolated from Healthy Dairy Cows Over  
30 a Decade in Japan Between 1998 and 2007. J. Vet. Med. Sci. 71: 363-366,  
31 2008.
- 32 18)欠番
- 33 19)仲西寿男・丸山務：食品由来感染症と食品微生物. 281-296, 中央法規.
- 34 20)平成17年度 厚生労働科学研究費補助金「食品製造の高度衛生管理に関する研  
35 究」(主任研究者 品川邦汎)：「I. 2. 食品製造の高度衛生管理に関する実験  
36 的研究」, 2005.
- 37 21)平成16年度 厚生労働科学研究費補助金「食品製造の高度衛生管理に関する研  
38 究」(主任研究者 品川邦汎)：「I-2. 食品製造の高度衛生管理に関する実験的  
39 研究」, 2004.
- 40 22)平成16年度 厚生労働科学研究費補助金「ウシ由来腸管出血性大腸菌 O157 の食

- 1 品汚染制御に関する研究」(主任研究者 朝倉宏):「(1)ウシ由来 0157 の汚染実  
2 態に関する分子疫学的検討」, 2004.
- 3 23)欠番
- 4 24)平成 10 年度 厚生科学研究費補助金「食肉・食鳥処理における微生物コントロ  
5 ールに関する研究」(主任研究者 品川邦汎):分担研究「家畜(牛・豚)、家禽  
6 および解体処理と体の食中毒菌の汚染実態調査」分担研究者 清水泰美, 1998.
- 7 25)平成 11 年度 厚生科学研究費補助金「食肉・食鳥処理における微生物コントロ  
8 ールに関する研究」(主任研究者 品川邦汎):分担研究「2. ii. 腸管出血性  
9 大腸菌 0157 の検査法(増菌培養法の違い)別による牛の保菌状況」分担研究者  
10 品川邦汎, 1999.
- 11 26)平成 12 年度 厚生科学研究費補助金「食肉・食鳥処理における微生物コントロ  
12 ールに関する研究」(主任研究者 品川邦汎), 2000.
- 13 27)平成 15 年度 厚生労働科学研究費補助金「食品を介する家畜・家禽疾病のヒト  
14 へのリスク評価及びリスク管理に関する研究」(主任研究者 山田章雄):分担  
15 研究「志賀毒素産生大腸菌(*Shiga toxin-producing Escherichia coli*)の自然  
16 感染牛における排菌数とその持続」分担研究者 品川邦汎, 2003.
- 17 28)Michael P. Doyle and Larry R. Beuchat: Food Microbiology FUNDAMENTALS AND  
18 FRONTIERS Third Edition, 2007.
- 19 29)欠番
- 20 30)品川邦汎他 岩手県盛岡市における対応と課題 公衆衛生研究 46(2) 1997
- 21 31)内村眞佐子他 保育園におけるメロンが原因の腸管出血性大腸菌 0157:H7 によ  
22 る集団食中毒事例 千葉衛研報告 第 22 号 31-34 1998.
- 23 32)病原微生物検出情報 19 No. 10 1998.
- 24 33)病原微生物検出情報 19 No. 9 1998.
- 25 34)平成 16 年度厚生労働科学研究費補助金「細菌性食中毒の予防に関する研究」(主  
26 任研究者 高鳥浩介):分担研究「生食用の食肉および野菜・香辛料における腸  
27 管出血性大腸菌およびサルモネラ食中毒の予防に関する研究」分担研究者 高鳥  
28 浩介, 2004.
- 29 35)平成 18 年度厚生労働科学研究費補助金「細菌性食中毒の予防に関する研究」(主  
30 任研究者 高鳥浩介):分担研究「生食用の食肉および野菜・香辛料における腸  
31 管出血性大腸菌およびサルモネラ食中毒の予防に関する研究」分担研究者 高鳥  
32 浩介, 2006.
- 33 36)防菌防黴学会第 27 回年次大会 2000 要旨集 P79
- 34 37)北瀬照代、石井栄次:市販の牛内臓肉の腸管出血性大腸菌 0157 汚染状況につい  
35 て. 大阪市環境化学研究所報告調査・研究年報 67: 15-19, 2005.
- 36 38)内閣府食品安全委員会事務局 平成 18 年度食品安全総合調査「食品により媒介  
37 される微生物に関する食品影響評価に係る情報収集調査」(財)国際医学情報セン  
38 ター, 2007.
- 39 39)Public Health Importance of Non-0157 Shiga Toxin-Producing *Escherichia*  
40 *coli*(non-0157 STEC) in the US Food Supply
- 41 40)THE COMMUNITY SUMMARY REPORT Trends Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents

- 1 in the European Union in 2007  
2 41) MICRO-ORGANISMS IN FOODS 5, 126-140, 2003.  
3 42) RIVM report 257851003 - Risk assessment of Shiga-toxin producing  
4 *Escherichia coli* O157 in steak tartare in the Netherlands, 2001  
5 43) 国立感染症研究所、厚生労働省：感染症発生動向調査週報 第35週 15-16, 2009  
6 44) 欠番  
7 45) Risk-based Sampling for *Escherichia coli* O157:H7 in Ground Beef and Beef  
8 Trim : FSIS February 2008  
9 46) National microbiological Baseline Data Collection Program for the Raw  
10 Ground Beef Component: Domestic Beef Trimings December 2005-January 2007  
11 47) 重茂克彦、品川邦汎 日本国内における牛の腸管出血性大腸菌保菌状況と分離菌  
12 株の薬剤感受性 JVM 獣医畜産新報 62, 807-811, 2009.  
13 48) 内閣府食品安全委員会事務局 平成20年度食品健康影響評価技術研究「腸管出  
14 血性大腸菌を介したリスクに及ぼす要因についての解析」主任研究者 工藤由起  
15 子, 2008.  
16 49) ENTEROHEMORRHAGIC *ESCHERICHIA COLI* INFECTION (EHEC) A RISK PROFILE . CX/FH  
17 03/5-Add. 4  
18 50) 喜多英二 病態への志賀毒素の役割 化学療法の領域 20, 67-73, 2004.  
19 51) 藤井潤 ベロ毒素に関する新たな知見 化学療法の領域 25, 39-48, 2009.