

(案)

微生物・ウイルス評価書

生食用食肉(牛肉)における
腸管出血性大腸菌及び
サルモネラ属菌

2011 年 8 月

食品安全委員会

微生物・ウイルス専門調査会

目次

<審議の経緯>	3
<食品安全委員会微生物・ウイルス専門調査会専門委員名簿>	3
<評価書起草委員名簿>	3
要 約	4
I. はじめに	5
II. 要請の経緯	5
1. 背景	5
2. 現行の生食用食肉の衛生基準の内容	6
(1) 生食用食肉の成分規格目標	6
(2) 生食用食肉の加工等基準目標	6
(3) 生食用食肉の保存等基準目標	7
(4) 生食用食肉の表示基準目標	7
3. 評価要請の内容	7
(1) 評価要請の内容	7
(2) リスク管理機関(厚生労働省)の考え方	7
(3) 規格基準案	7
III. 基本的考え方	9
IV. 食品健康影響評価	9
1. 危害の特定	9
(1) 評価の対象とする肉及び微生物の概要	10
(2) 腸管出血性大腸菌	10
(3) サルモネラ属菌	12
2. 危害特性	14
(1) 腸管出血性大腸菌によって引き起こされる疾病の特徴	14
(2) 腸管出血性大腸菌食中毒の原因と特徴	17
(3) サルモネラ属菌によって引き起こされる疾病の特徴	19
(4) サルモネラ属菌食中毒の原因と特徴	20
(5) 生肉の喫食による腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌食中毒	22
(6) 用量反応関係	22
3. 暴露評価	25
(1) フードチェーンの概要と汚染の状況	25
(2) 汚染状況	25
(3) 汚染の要因と制御	30
(4) 生食用食肉を取り扱う施設に対する緊急監視について	32
(5) 喫食実態	32
(6) まとめ	33
4. リスク特性解析	34
(1) FS0 0.014 cfu/g の評価	34
(2) 提案された FS0 から導き出した P0 (0.0014 cfu/g) の評価	37

(3)規格基準案により 0.0014 cfu/g という P0 が達成できるかどうかについての評価	38
V. 食品健康影響評価(まとめ)	42
VI. 今後の課題	43
<略語一覧>	45

参照

- 別添 1 評価書表 1 に示した規格基準(案)の考え方(厚生労働省)
- 別添 2 「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)」(食品安全委員会)
- 別添 3 「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネラ属菌(改訂版)～」(食品安全委員会 微生物・ウイルス専門調査会)
- 別添 4 「生食用食肉を取り扱う施設に対する緊急監視の結果について」(2011 年 6 月 14 日、厚生労働省)
- 別添 5 平成 23 年度食品安全確保総合調査「腸管出血性大腸菌の食品健康影響評価に関する調査」成績の概要
- 別添 6 生食用食肉等の安全性確保について
- 別添 7. 1 腸管出血性大腸菌 0157 の牛肉内浸潤と加熱処理による低減効果に関する検討(厚生労働省提出資料)
- 別添 7. 2 生食用牛肉に関する検討試験結果(厚生労働省提出資料)

＜審議の経緯＞

2011 年	7 月	8 日	厚生労働大臣より、生食用食肉に係る規格基準を設定することについて要請
2011 年	7 月	11 日	関係書類の接受
2011 年	7 月	14 日	第 390 回食品安全委員会(要請事項説明)
2011 年	7 月	19 日	第 24 回微生物・ウイルス専門調査会
2011 年	7 月	22 日	第 1 回評価書起草委員打ち合わせ
2011 年	7 月	28 日	第 2 回評価書起草委員打ち合わせ
2011 年	8 月	1 日	第 25 回微生物・ウイルス専門調査会
2011 年	8 月	4 日	第 26 回微生物・ウイルス専門調査会
2011 年	8 月	4 日	第 394 回食品安全委員会

＜食品安全委員会委員名簿＞

小泉直子(委員長)
熊谷 進(委員長代理)
長尾 拓
野村一正
畑江敬子
廣瀬雅雄
村田容常

＜食品安全委員会微生物・ウイルス専門調査会専門委員名簿＞

渡邊治雄(座長)	西條政幸
品川邦汎(座長代理)	多田有希
荒川宜親	田村 豊
五十君 静信	豊福 肇
牛島廣治	中村政幸
小坂 健	西尾 治
春日文子	藤井建夫
工藤由起子	藤川 浩

＜評価書起草委員名簿＞

豊福 肇(責任者)
荒川宜親
小坂 健
工藤由起子
品川邦汎
藤川 浩

要 約

厚生労働省から提出された資料等を用いて、牛肉における腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌に関し、生食用食肉に関する規格基準に係る食品健康影響評価について調査審議を行った。

腸管出血性大腸菌又はサルモネラ属菌としての摂食時安全目標値(FSO)は、我が国の既知の食中毒の最少発症菌数から推測すると **0.04 cfu/g** よりも小さな値であることが必要であり、かつ、FSO の設定においては、ヒトの感受性の個体差や菌の特性にも留意する必要があると考えられた。現時点で得られている知見からは、提案された FSO(0.014 cfu/g)は、FSO を 0.04 cfu/g とした場合よりも、3 倍程度安全側に立ったものであると評価した。

また、FSO の 1/10 を達成目標値(PO)とすることは、適正な衛生管理の下では、相当の安全性を見込んだものと評価した。

提案された加工基準のみでもリスク低減効果はあるものの、必ずしも常に効果が得られない可能性があり、生食部の PO が達成されていることを確認するには、以下に示す微生物検査との組み合わせが必要となる。

何らかの形で検体数が示されなければ、成分規格を設定してもリスク低減の程度の確認はできない。腸内細菌科菌群(*Enterobacteriaceae*)を微生物検査の対象とする場合、25 検体(1 検体当たり 25 g の場合)以上が陰性であれば、提案された PO が 97.7% の確率で達成されることが 95%の信頼性で確認できると評価した。なお、加熱の方法の決定を含む加工工程システムを設定する際には、当該加工工程システムによる食品衛生管理が適切に行われることについて、あらかじめ妥当性確認(validation)がなされることが不可欠であることに留意する必要がある。

I. はじめに

食品安全委員会においては、平成 16 年 12 月、食中毒原因微生物に関する食品健康影響評価を、「自らの判断により行う食品健康影響評価」として実施することを決定し、①食中毒原因微生物の評価指針のとりまとめ、②評価対象とすべき微生物の優先順位の検討及び③個別の微生物の食品健康影響評価の実施の 3 段階に分けて進めることとし、微生物・ウイルス専門調査会で調査審議を行ってきた。

平成 18 年 6 月、食品安全委員会は、本専門調査会の審議結果に基づき、牛肉を主とする食肉中の腸管出血性大腸菌、鶏肉を主とする畜産物中のカンピロバクター・ジェジュニ／コリ等のリスクプロファイルを取りまとめて公表した。

平成 22 年 4 月には、「牛肉を主とする食肉中の腸管出血性大腸菌」のリスクプロファイルを更新したが、牛内臓肉の汚染率、汚染程度等に関するデータが不足していたため、食品健康影響評価の実施にまで至らなかった。食品安全委員会としては、不足しているデータ収集等が行われれば、一定の定量的リスク評価が実施可能と判断し、引き続き、データ収集等に努めることとなった。

また、鶏肉におけるサルモネラ属菌については、平成 22 年 11 月から平成 23 年 5 月にかけて、リスクプロファイルの更新に向けた調査審議を行ってきたところである。

このような状況の中、平成 23 年 4 月から 5 月にかけて、牛肉の生食が原因と思われる腸管出血性大腸菌による食中毒が発生したことを契機として、厚生労働省は、牛肉における腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌について、生食用食肉に関する規格基準を設定することとなり、厚生労働大臣から本件に関する食品健康影響評価の要請があり、評価を行ったものである。

II. 要請の経緯

1. 背景

食肉の生食による食中毒の予防について、厚生労働省は、「生食用食肉等の安全性確保について」（平成 10 年 9 月 11 日付生衛発第 1358 号。以下「衛生基準通知」という。）により、生食用食肉の衛生基準に基づく消費者、関係事業者への周知・指導のほか、関係通知に基づき、腸管出血性大腸菌により重症化するリスクの高い小児や高齢者に食肉やレバーの十分な加熱を行うなどの普及啓発を、地方自治体に対して依頼していた。

しかし、平成 23 年 4 月から 5 月にかけて、富山県をはじめ 3 県 2 市で発生した腸管出血性大腸菌による食中毒事件において、飲食店で食肉を生食した小児等、4 名が死亡し、厚生労働省の公表資料によると、6 月 15 日現在、有症者は 169 名確認されたことから、厚生労働省は、汚染実態等関係情報を調査した上で、生食用食肉の衛生基準について、食品衛生法に基づく規制とすることも含め、検討を行うこととした。

また、それまでの間、衛生基準通知に基づく生食用食肉の衛生管理を徹底し、同様の食中毒の発生の防止を図る必要があることから、同年 5 月 5 日に、各都道府県、保健所設置市及び特別区(以下「保健所設置自治体」という。)に対し、「生食用食

肉を取り扱う施設に対する緊急監視の実施について」(平成 23 年 5 月 5 日付食安発 0505 第 1 号)を発出し、関係事業者に対して、生食用以外の食肉を生食用として消費者に提供することがないよう徹底した。また、同年 5 月末まで、生食用食肉を取り扱う営業施設に対して、①生食用食肉の加工、②生食用食肉の保存、③生食用食肉の表示及び④自主検査の 4 点について、監視指導を緊急に実施し、衛生基準通知に適合しない場合は、生食用食肉の取扱いを一時中止させ、施設側の改善結果を確認した上で取扱いの再開を指導するよう、保健所設置自治体に依頼した。

厚生労働省は、同年 5 月 10 日に、保健所設置自治体に対し、「生食用食肉を取り扱う飲食店における情報提供について」(平成 23 年 5 月 10 日付食安発 0510 第 1 号)を発出し、①衛生基準通知に基づく生食用食肉を提供する飲食店にあつては、トリミング等の生食用のための加工を行った旨を店内、メニュー等に掲示すること等により、利用者に対し適切に加工を行っている旨を情報提供すること、②営業者間における食肉の取引においては、食肉が衛生基準通知に基づく生食用の加工を行っているか否かを文書で確認するよう営業者へ指導することの 2 点を依頼した。

また、厚生労働省は、今般の食中毒集団発生事例の患者から、腸管出血性大腸菌 O111 が分離されていることから、同年 6 月 3 日に、保健所設置自治体に対し、「腸管出血性大腸菌 O111 の検査法について」(平成 23 年 6 月 3 日付食安監発 0603 第 2 号)を発出し、食肉からの腸管出血性大腸菌 O111 の検査法を定め、その方法により検査を実施するよう依頼した。

「生食用牛レバーの取扱いについて」(平成 23 年 7 月 6 日付食安発 0706 号第 1 号)により、生食用牛レバーについては、新たな措置を講じるまでの間、衛生基準通知に適合するものであっても、これまでの「生食用として提供することはなるべく控えるよう」から「生食用として提供しないよう」に、関係事業者に対する指導の徹底要請が、保健所設置自治体になされた。

また、消費者に対しても、牛レバーを生で喫食せずに、中心部まで十分に加熱をして喫食するよう注意が求められた。

2. 現行の生食用食肉の衛生基準の内容

これまで厚生労働省は衛生基準通知により以下の規格目標及び基準目標を設定し、運用してきた。

(1) 生食用食肉の成分規格目標

生食用食肉(牛又は馬の肝臓又は肉であつて生食用食肉として販売するものをいう。)は、糞便系大腸菌群(fecal coliforms)及びサルモネラ属菌が陰性でなければならない。

(2) 生食用食肉の加工等基準目標

別添 6 を参照。

(3) 生食用食肉の保存等基準目標

別添 6 を参照。

(4) 生食用食肉の表示基準目標

別添 6 を参照。

3. 評価要請の内容

(1) 評価要請の内容

食品衛生法(昭和 22 年法律第 233 号)第 11 条第 1 項の規定に基づき、同項の食品の基準又は規格として、生食用食肉に係る規格基準(表 1)を設定すること。

(2) リスク管理機関(厚生労働省)の考え方

今般の飲食チェーン店での腸管出血性大腸菌食中毒の発生を受け、厚生労働省は、生食用食肉に関して罰則を伴う強制力のある規制が必要と判断し、本年 6 月 28 日及び 7 月 6 日に開催された薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会食中毒・乳肉水産食品合同部会において、規格基準案の設定について審議を行った。

その結果、生食用食肉の規格基準案については、

- ① 対象食品を牛肉とすること
- ② 対象微生物を腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌とし、腸内細菌科菌群(Enterobacteriaceae)をこれらの指標とすること
- ③ ②の対象微生物汚染低減のため、原料肉の加熱殺菌等の加工基準等を設定すること

が了承されたことから、厚生労働大臣は、食品安全基本法(平成 15 年法律第 48 号)第 24 条第 1 項第 1 号の規定に基づき、食品安全委員会に食品健康影響評価を要請しその結果を踏まえ、本年 10 月の施行を目標に告示の改正など所要の手続きを進める予定としている。

規格基準案の考え方については別添 1 を参照。

(3) 規格基準案

表 1 規格基準案

工程等	規格基準案
成分規格	1 生食用食肉(牛の肉であって、生食用のものに限る。以下この項において同じ。)の成分規格 (1) 生食用食肉は、検体 25g につき腸内細菌科菌群(Enterobacteriaceae)が陰性であること。 (2) 陰性確認に係る記録は、1 年間保存すること。
加工基準	2 生食用食肉の加工基準
一般規定 (設備の衛生)	(1) 加工は、他の設備と明確に区分され、洗浄及び消毒に必要な専用の設備を有した衛生的な場所で行うこと。また、生食用食肉が接触する設備は専用のものを用い、一つの肉塊の加工ごとに洗浄及び消毒を行うこと。
一般規定 (器具の衛生)	(2) 加工に使用する器具は、清潔で衛生的な洗浄消毒が容易な不浸透性の材質でかつ専用のものを用いること。また、その使用に当

工程等	規格基準案
	たつては、一つの肉塊の加工ごとに、洗浄した上で、83℃以上の温湯を用いて消毒すること。
一般規定 (食品取扱者)	(3) 加工は、一定の技術・知識を有した者が行うか、又はその者の監督の下で行うこと。
一般規定 (衛生的取扱い、温度管理)	(4) 加工に当たっては、肉塊が汚染されないよう衛生的に取扱うこと。また、加熱殺菌を除く加工は、肉塊の表面温度が 10℃を超えることのないように行うこと。
一般規定 (汚染の内部拡大防止)	(5) 加工に当たっては、刃を用いてその原形を保ったまま筋及び繊維を短く切断する処理、調味料に浸潤させる処理、他の食肉の断片を結着させ成形する処理その他病原微生物による汚染が内部に拡大するおそれのある処理をしないこと。
加工基準 (原料肉の取扱い)	(6) 加工に使用する肉塊は、凍結させていないものであって、衛生的に枝肉から切り出すこと。
加工基準 (加熱又は同等の措置)	(7) (6)の処理を行った肉塊は、速やかに、気密性のある清潔で衛生的な容器包装に入れ、密封した後、肉塊の表面から <u>1cm 以上の深さを 60℃で 2 分間以上</u> 加熱する方法又は同等以上の効力を有する方法による加熱殺菌を行った後、速やかに 10℃以下に冷却すること。
加工基準 (加熱の記録)	(8) (7)の処理に係る殺菌温度及び殺菌時間の記録は、1 年間保存すること。
調理基準	3 生食用食肉の調理基準 (1) 2 の規定((6)～(8)を除く)は、生食用食肉の調理について準用すること。 (2) 調理に使用する肉塊は、2(6)及び(7)の処理を経たものであること。 (3) 調理後は速やかに提供すること。
保存基準	4 生食用食肉の保存基準 (1) 生食用食肉は、4℃以下で保存すること。ただし、生食用食肉を凍結させたものは、－15℃以下で保存すること。 (2) 生食用食肉は、清潔で衛生的な容器包装に入れ、保存すること。
表示基準	(消費者庁において対応)

附：Enterobacteriaceae について

表 1 に示した厚生労働省の規格基準案では、健康影響に関するハザードである腸管出血性大腸菌とサルモネラ属菌ではなく、Enterobacteriaceae を指標とする生食用食肉の成分規格が提案されている。

本菌群は人や動物の腸管内に存在するグラム陰性、ブドウ糖発酵性及び通性嫌気性を有する桿菌である。少なくとも 31 属、113 菌種が認められており、主たる菌属は *Escherichia* 属、*Salmonella* 属、*Shigella* 属、*Edwardsiella* 属、*Yersinia* 属、*Klebsiella* 属、*Enterobacter* 属、*Serratia* 属などである。すべての菌種が人や動物への病原性を持っているわけではないが、*Yersinia* 属の *Yersinia pestis* は人の急性感染症であるペストの病原体であり、*Escherichia* 属の腸管出血性大腸菌や *Salmonella* 属のサルモネラ菌は、食中毒やチフス性疾患を起こす。

Enterobacteriaceae が食品等に検出された場合は当該食品が過去に人又は動物の「糞便」に汚染されたことを意味することから「糞便系大腸菌群」といえる。これまで我が国の飲料水や食品の衛生指標としては「糞便系大腸菌群」等が用いられ

てきている。Enterobacteriaceaeを用いた検査は、ISO試験法(ISO21528-2)として、国際的に実績がある。我が国で食肉の細菌汚染指標とされたことはこれまでにないが、EUでは牛、羊、山羊、馬及び豚のと体の工程衛生管理指標(process hygiene criteria)として用いられている(参照1)。また米国農務省の農業研究局では、牛と体のO157除菌措置の効果を評価するため、Enterbacteriaceを用いている(参照2)。

Ⅲ. 基本的考え方

1. 評価に当たっては、「食品により媒介される微生物に関する食品健康影響評価指針(暫定版)」(平成19年9月13日食品安全委員会決定)に基づき、①ハザード関連情報整理、②暴露評価、③ハザードによる健康被害解析及び④リスク特性解析の4つの構成要素とした評価を行うこととする。しかし、今回の評価は、既にリスク管理機関により規格基準案について検討が行われており、迅速に対応すべき案件と考えられたこと等から、厚生労働省が規格基準案として示した点に絞って評価結果を示すこととする。評価の形式については、定量的評価を目指して検討するが、データが不足している場合は、半定量的評価又は定性的評価とする。
2. 基本的には、厚生労働省から諮問された規格基準案に基づいたリスク管理措置を実施することによる食中毒のリスク低減効果を評価する。
3. 今回の評価要請の対象微生物の一つである腸管出血性大腸菌については、平成22年4月に取りまとめられた「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)」を基礎資料として、評価を行うこととする。
4. 今回の評価要請のもう一つの対象微生物であるサルモネラ属菌については、平成23年5月に取りまとめた「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネラ属菌(改訂版)～」を基礎資料として、また、牛肉におけるサルモネラ属菌に関する文献を収集して、評価を行うこととする。
5. 評価に当たっては、主に厚生労働省から提出されたデータを用いるが、必要に応じて、海外の評価、平成23年度食品安全確保総合調査「腸管出血性大腸菌の食品健康影響評価に関する調査」、食品安全委員会事務局が収集した関連文献等を活用することとする。

Ⅳ. 食品健康影響評価

1. 危害の特定

今回、厚生労働省が規格基準案として示した点に絞って評価を行うことから、本委員会が既に作成し公表している「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)」(別添2)及び「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネラ属菌(改訂版)～」(別添3)に記載されている事項についてはリスクプロファイルを参照することとし、基本的に記載を割愛した。

(1) 評価の対象とする肉及び微生物の概要

生食用牛肉は、我が国では、ユッケ、牛刺し等として食されている。当該食肉については、汚染実態(牛糞、牛枝肉、市販品等)、過去の食中毒事例等から腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌による危害が高いと考えられるため、評価の対象は生食用食肉(牛肉)の腸管出血性大腸菌とサルモネラ属菌とする。

腸管出血性大腸菌は、動物の腸管内に生息し、糞便等を介して食品を汚染し、少量(2～9 cfu¹/人)の菌数でも発病するとの報告がある。腸管出血性大腸菌による食中毒は、重症化すると激しい腹痛と血便がみられ、溶血性尿毒症症候群(Hemolytic uremic syndrome :HUS)や脳症を併発し、死に至ることがある。

サルモネラ属菌は、動物の腸管等に広く分布し、食肉を汚染する。十数個の菌数で発症することがある。サルモネラ属菌による食中毒の主な症状は、激しい腹痛、下痢、発熱、嘔吐等の急性胃腸炎であり、死に至ることもある。

(2) 腸管出血性大腸菌

① 分類(血清型)

別添 2「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)」p.3 を参照。

② 形態等

別添 2「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)」p.3 を参照。

③ 増殖及び抑制条件

腸管出血性大腸菌の生残や増殖には、温度、pH、水分活性(a_w)が影響する。O157 は、増殖可能な温度範囲が一般の大腸菌より若干限定的で、最低 8℃、最高約 44～45℃、至適は 37℃である(参照 3)。

O157 の熱に対する抵抗性については、脂肪含有量の多い食品中では D 値²は高くなる。牛ひき肉における D 値は、脂肪 2%の場合では 57.2℃で 4.1 分、62.8℃で 0.3 分であるが、脂肪 30.5%ではそれぞれ 5.3 分、0.5 分であることが報告されている(参照 4)。また、牛ひき肉中では凍結しても生残することが報告されている(参照 5)。表 1 に示した厚生労働省の規格基準案では、加工基準中の(加熱又は同等の措置)に「60℃で 2 分間以上」の加熱加工が記されており、入手可能であった 60℃における D 値を表 2 にまとめた。牛ひき肉(脂肪含有量 14.6%)(参照 6)内の O157 及びサルモネラ属菌の D 値は、リン酸緩衝生理食塩水(参照 7)及び細菌増殖用培地(参照 8)内での D 値に比べていずれも 2 分間以上となる傾向があった。この違いは

¹ cfu : colony forming unit の略。細菌が寒天平板培地上に付着して増殖を繰り返すと、菌数の増加に伴って肉眼で集落 (colony) となって確認できるので、その数を測定して元の材料中に含まれていた菌数を表す方法の一つ。一つの細菌が一つのコロニーを作ると仮定している。

² D 値 : 生存菌数を 1/10 に減少させる (つまり 90%を死滅させる) のに要する加熱時間を時間単位で表したもの (D-value : Decimal reduction time)。

上記のようにひき肉内の脂肪の影響が考えられる。検討に用いた菌株による違いも考慮する必要がある。

表 2 腸管出血性大腸菌とサルモネラ属菌の 60℃加熱における D 値

菌株	存在条件	D値(秒)*	文献
<i>E. coli</i> O157:H7-2	PBS**	114±12	参照7
<i>E. coli</i> O157:H7-26	PBS	60±6	参照7
<i>E. coli</i> O157:H7-36	PBS	72±18	参照7
<i>E. coli</i> O157:H7-38	PBS	66±6	参照7
<i>E. coli</i> O157:H7-43895	PBS	66±0	参照7
<i>E. coli</i> O157:H7SEA 13B88	BHI	66±9	参照8
<i>E. coli</i> O157:H7SEA 13B88	TSB	72±3	参照8
<i>E. coli</i> O157:H7 OK	BHI	73±12	参照8
<i>E. coli</i> O157:H7 OK	TSB	75±14	参照8
<i>E. coli</i> O157:H7混合 [#]	牛ひき肉	150±12	参照6
<i>E. coli</i> (病原性野外株)	NB/PBS	114	参照10
<i>E. coli</i> (病原性株)	人乳	47.4	参照10
<i>E. coli</i> O157:H7	牛ひき肉	45	参照10
<i>S. Agona</i>	PBS	42±6	参照7
<i>S. Anatum</i>	PBS	30±6	参照7
<i>S. Montevideo</i>	PBS	36±6	参照7
<i>S. Typhimurium</i>	PBS	24±0	参照7
<i>S. Senftenberg</i>	PBS	132±12	参照7
<i>S. Montevideo</i> G4639	BHI	35±7	参照8
<i>S. Montevideo</i> G4639	TSB	47±7	参照8
<i>S. Poona</i> RM 2350	BHI	23±2	参照8
<i>S. Poona</i> RM 2350	TSB	25±3	参照8
Salmonella混合 ^{##}	牛ひき肉	931±229	参照6
<i>S. Bedford</i> HR	HIA	108～2,802	参照9
<i>S. Bedford</i> HS	HIA	24.6～3,234	参照9
<i>S. Senftenberg</i> HR	HIA	120～4,512	参照9
<i>S. Senftenberg</i> HS	HIA	26.4～3,892	参照9
<i>S. Typhimurium</i>	HIA	24～54	参照9
<i>S. Enteritidis</i>	HIA	42～48	参照9
<i>S. Dublin</i>	HIA	30～36	参照9
<i>S. Derby</i>	HIA	24～72	参照9

* 平均値±標準偏差

** PBS:リン酸緩衝生理食塩水、BHI:brain heart infusion、
TSB:Trypticase Soy Broth、NB: nutrient broth、HIA: heart infusion agar

[#] 人、豚肉、牛肉分離株6株混合

^{##} Senftenberg、Typhimurium、Heidelberg、Mission、Montevideo、Californiaの6株混合

O157 の殺菌については、「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」(平成 21 年 9 月 15 日付食安監発 0915 号)により 75℃ 1 分間以上の加熱によることとされている。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 O157 の消長に関し、65℃ 1 分間の加熱により 10⁸ の接種菌数が死滅した報告でも示されている(参照 11)。O157 は、pH4.0 から 4.5 まで酸性条件下で増殖が可

能(参照 12)な場合があり、酸性食品中での長期の生残も可能である(表 3)。

表 3 食品中での O157: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

参照 4 より作成

④ 毒素産生性

腸管出血性大腸菌は、腸管内でベロ毒素(以下「VT」という。)を産生する。VT は培養細胞の一種である Vero 細胞(アフリカミドリザルの腎臓由来)をごく微量で死に至らせる毒素である。VT は、赤痢菌の一種である *Shigella dysenteriae* 1(志賀赤痢菌)が産生する毒素に対する抗体で中和されたことから、志賀毒素(Stx)とも呼ばれる。

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、VT1 は Stx 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 と生物学的性状が酷似するが、物理化学的性状や免疫学的性状が異なる。マウスに対する毒性は、VT2 が VT1 より強い(参照 13)と考えられている。

HUS を引き起こすものは、O157 の場合、VT2 のみ又は VT1 及び VT2 の両方を産生するものが多く、重症化する傾向にある(参照 14)。

なお、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(平成 10 年法律第 114 号。以下「感染症法」という。)では、腸管出血性大腸菌感染症は三類感染症とされ、かつ「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。

⑤ 自然界での分布と感染源

腸管出血性大腸菌の主な生息場所は、ほ乳動物及び鳥類の腸管内とされており、牛、豚、鶏、猫、犬、馬、鹿、野鳥等から分離されるほか、井戸水、河川泥、昆虫(ハエ)などからも分離される。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が(参照 15)、胆嚢や肝臓は菌の一般的な定着部位ではなく(参照 16)、牛が症状を呈することは少ない(参照 12)。

腸管出血性大腸菌のヒトへの伝播経路については、食品を媒介するもののほか、ヒトからヒトへの感染、動物からの感染、飲料水媒介による感染、プールでの感染等が報告されている。

(3) サルモネラ属菌

① 分類(血清型)

サルモネラ属菌(*Salmonella* spp.)の菌体表面を構成するリポ多糖体(O)及び鞭毛

(H)にそれぞれ抗原番号が付けられており、血清型は O 抗原と H 抗原の組み合わせによって決定され、2007 年現在までに 2,500 種類以上が報告されている(参照 17)。詳細については別添 3「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネラ属菌(改訂版)～」p.3 を参照。

② 形態等

別添 3「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネラ属菌(改訂版)～」p3.を参照。

③ 増殖及び抑制条件

サルモネラ属菌の増殖温度、pH 及び水分活性(a_w)は表 4 に示すとおりである(参照 9, 18)。

表 4 サルモネラ属菌の増殖条件

項目	最低	至適	最高
温度(°C)	5.2*	35～43	46.2
pH	3.8	6.6～8.2	9.5
水分活性(a_w)	0.94	0.99	>0.99

*：ほとんどの血清型は 7°C 未満で発育不可

参照 9, 18 から作成

サルモネラ属菌の加熱抵抗性は菌株や含まれる食品などの条件によって必ずしも同一ではないが、ほとんどのサルモネラ属菌は 60°C で 15 分の加熱で殺菌される(参照 19)。

サルモネラ属菌の D 値に関して、液卵に *S. Enteritidis*(以下「S.E」という。)、*S. Typhimurium*(以下「S.T」という。)、*S. Heidelberg* より 6 株のサルモネラ属菌を接種した実験から 56.7°C の D 値が 3.05～4.09 分、殻付き卵に同菌混合菌液を接種した実験から 57.2°C の D 値が 5.49～6.12 分であるとした報告がある(参照 20)。60°C における D 値については表 2 を参照。

サルモネラ属菌の加熱抵抗性は、食品の成分、水分活性等によって影響を受けることが知られている(参照 19)。低温で加熱する場合は、水分活性の高い方が加熱に対し抵抗性を示し、高温で加熱する場合は水分活性の低い方が抵抗性を示すことが報告されている(参照 21)。また、pH の低下によって加熱抵抗性が下がるとされている(参照 9)。

低温下でのサルモネラ属菌の生残については、凍結保存よりも凍結過程で菌数低減が大きく起こるとされている。凍結保存の間に緩やかな菌数低減が生じ、-20～-17°C の温度範囲での保存より -10～0°C の温度範囲の方が速やかな菌数低減が起こるとされている(参照 9)。

④ 自然界での分布と感染源

サルモネラ属菌は亜種、血清型等によって恒温動物、変温動物を問わずさまざまな動物を宿主とする、いわゆる人獣共通感染症の代表的な原因菌である。サルモネ

ラ属菌は、感染動物の体内のみならずその排泄物を介して広く自然環境に分布している(参照 22)。

牛のサルモネラ属菌に対する反応は腸管出血性大腸菌に対するものとは異なっている。特に、子牛の場合には下痢及び敗血症を主徴とする急性感染症が起きる(参照 23)。S.T、*S. Dublin*、S.E などが主な病原性血清型で、これらの感染症は家畜伝染病予防法(昭和 26 年 5 月 31 日法律第 166 号)の監視伝染病(届出伝染病)に指定されている。

⑤ 薬剤感受性

別添 3「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネラ属菌(改訂版)～」p.5 を参照。

⑥ 本評価書で対象とするサルモネラ属菌について

これまでサルモネラ属菌のうち少なくとも 11 種類の血清型のものが食中毒の原因菌とされている。*S. Typhi*、*S. Paratyphi A* 及び *S. Sendai* の 3 血清型はヒトのチフス-パラチフスの原因菌でヒトのみに宿主・寄生体関係を有している。これら 3 血清型以外の血清型による急性胃腸炎をサルモネラ食中毒という。サルモネラ食中毒を起こす主なものは S.E、S.T 及び *S. Infantis* で、その他に *Derby*、*Agona*、*Heidelberg*、*Thompson*、*Bareilly*、*Newport*、及び *Anatum* などの血清型が知られている。これらの細菌は自然界に広く分布し、家畜(牛・豚・鶏等)やペット(犬・猫)も保有している場合がある。ネズミやハエ等の衛生害虫によっても食品汚染する場合もある。サルモネラ食中毒は肉類や鶏卵を用いた食品の加熱不足、不衛生な保管等が原因となり発生する場合が多い。(参照 23, 24, 別添 3 p.3～6)

腸チフス菌(*S. Typhi*)及びパラチフス A 菌(*S. Paratyphi A*)は、感染症法に規定する三類感染症(腸チフス及びパラチフス)として取り扱われるため、本評価書で対象とするのは上記 2 血清型と *S. Sendai* 以外のサルモネラ属菌とする。

2. 危害特性

(1) 腸管出血性大腸菌によって引き起こされる疾病の特徴

① 症状、潜伏期間等

別添 2「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)」p.5 を参照。

② 排菌期間

別添 2「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)」p.5 を参照。

③ Stx の毒性及びその作用機序

別添 2「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)」p.5 を参照。

④ 治療法

別添 2「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)」p.5～6 を参照。

⑤ 患者発生状況

表 5 は感染症法に基づく感染症発生動向調査(患者情報)により 2000～2009 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、そのうち 2007 年及び 2008 年は、2 年連続で 4,000 例を超えている状況であった。有症者の割合は 65%前後で推移している(参照 25)。

表 5 腸管出血性大腸菌感染症報告数

年次	報告数	有症者	
		有症者	有症者割合(%)
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
2009	3,889	2,607	67.0

参照 25 より作成

⑥ 溶血性尿毒症候群(HUS)

HUS は溶血性貧血、血小板減少及び急性腎不全を 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、また、HUS 発症者の約 1～5%が死亡するとされている(参照 26)。

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%が HUS を併発したとの報告がある(参照 26)。

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。

一方、日本で過去に行われた全国調査では、小児の HUS 発症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(参照 26)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と

して、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 例があったとされている(参照 26)。

HUS 報告数は 2006 年 102 例、2007 年 129 例、2008 年 94 例、2009 年 83 例、2010 年 92 例であり(表 6)、2008～2010 年に HUS の発生した血清型は表 7 のとおりであった。

2008 年～2010 年に報告された HUS 発症者の年齢構成をみると、0～4 歳が全体の約 48%と最も多く、15 歳未満では約 70%を占める。大腸菌感染症の有症者に占める HUS 発症例の割合は、0～4 歳が高い傾向があった(参照 26～28)。

表 6 年齢群別 HUS 報告数と発生率(2008 年～2010 年)

年齢群	2008年		2009年		2010年	
	HUS	(HUS発生率(%)※)	HUS	(HUS発生率(%)※)	HUS	(HUS発生率(%)※)
0-4歳	47	(6.9)	37	(5.5)	45	(7.2)
5-9歳	21	(4.5)	23	(5.8)	15	(3.7)
10-14歳	8	(3.2)	10	(4.1)	6	(2.4)
15-64歳	12	(1.0)	8	(0.7)	13	(1.1)
65歳以上	6	(2.8)	5	(2.3)	13	(4.9)
総計	94	(3.3)	83	(3.2)	92	(3.4)

※HUS発生率(%) = HUS報告数/有症者数

参照 26～28 より作成

表 7 HUS の発生した血清型(2008 年～2010 年)

	2008	2009	2010
血清型報告総数 (合計)	27	32	23
O157	26	28	20
O26	0	0	1
O121	0	3	2
O145	0	0	0
O165	1	1	0

参照 26～28 より作成

⑦ 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。また、同年の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%以上と高い一方、30 代、40 代では有症者の割合が 43%以下であった。この傾向は 1997 年に国立感染症研究所に送付されたうち、腸管出血性大腸菌 O157:H7 が分離された者について調べた有症者/無症者の割合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。

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。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。

⑧ 死者数

1999～2008 年の人口動態統計から得られた、死因が腸管出血性大腸菌による感染症とされている死亡数は、10 年間で 49 名であり、約 53%が 70 歳以上の高齢者であり、約 24%が 4 歳以下の小児である。

(2) 腸管出血性大腸菌食中毒の原因と特徴³

① 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)及び牛レバー等牛に関連する食品(非加熱又は加熱不十分のもの)が多い。

また、世界的には野菜による事例が多く報告されており、米国では、非加熱又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 年に発生した腸管出血性大腸菌による食中毒事例では、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。さらに、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ところ、原因食品が判明した事例はすべて食肉に関係しており、焼肉などが約 26%を占め最も多く、次いでレバー、ユッケが多い。

② 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をみると、2005 年の飲食店での発生割合は、1998 年と比較すると約 2.5 倍に増加しており、95%を超えている。他方、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。また、2003～2009 年の 7 年間の食中毒事例でみて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、学校であった。

③ 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 件程度で推移し、患者数は 70～1,000 人程度と年次により増減がみられる。

(a) 血清型別発生状況

表 8 に 1996～2010 年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

³ (2)①～③については、1996～2010 年までの厚生労働省食中毒統計、腸管出血性大腸菌による食中毒発生状況、病原微生物検出情報を参照して作成した。

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、O157 によるものが最も多い。

表 8 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	O157			O26			O111		
	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	23	166	0	1	13	0	0	0	0
2007	25	928	0	0	0	0	0	0	0
2008	17	115	0	0	0	0	0	0	0
2009	26	181	0	0	0	0	0	0	0
2010	27	358	0	0	0	0	0	0	0

(b) 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、冬期でも発生が確認されている。

(c) 年齢別発生状況

1999～2005 年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分別にまとめたものによると、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。

(d) 感染者が 10 人以上の食中毒発生状況

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は毎年 2～5 件ほど発生している。血清型別で見ると O157 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。

(e) 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 9 である。これによると 22 人すべての事例が O157 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%以上がこれら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 9 腸管出血性大腸菌による食中毒での死亡事例

年	死者数	死者性別及び内数	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 10歳 12歳	O157:H7	VT1,2	10歳及び12歳はHUSにより死亡	学校給食(推定)	学校
		女2	5～9歳	O157:H7	VT1,2	HUSを併発し死亡	学校給食(推定)	学校
		女1	1～4歳	O157:H7	VT1,2	—	不明	不明
		男1	5～9歳	O157	—	—	不明	不明
		男1	50歳代	O157:H7	VT1,2	—	サラダ(推定)	社員食堂
1998	3	男2	70歳代	O157: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	O157	—	HUSを併発し死亡	かぶの浅漬け	老人保健施設
2002	9	男2	73歳 74歳	O157: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
		女7	58～98歳					
2003	1	女1	93歳	O157: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

(f) 最近の発生事例について

2011 年 4 月から 5 月にかけて、富山県をはじめ、3 県 2 市において腸管出血性大腸菌による食中毒が発生し、最も発症者の多かった富山県では、5 月 24 日の時点で、富山県内で有症者数計 163 名、うち 28 名が HUS を発症し 3 名が死亡するなど深刻な事態に至った(参照 29)。また、福井市でも 1 名が死亡し、厚生労働省の公表資料によると 6 月 15 日の時点で、本食中毒事件の有症者総数は 169 名、死者は 4 名にのぼっている。

一方、2011 年 5 月以降、ドイツを中心にして、発芽野菜が感染源と考えられる O104 食中毒が発生し大きな社会問題となっている(参照 30)。

なお、国内で発生した O111 及び EU で発生した O104 食中毒事例に関する分析結果並びに原因菌の毒力等に関する詳細な情報は未公表である。

(3) サルモネラ属菌によって引き起こされる疾病の特徴

① 症状、潜伏期間等

別添 3「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネラ属菌(改訂版)～」p.5～6 を参照。

② 治療法

別添 3「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネ

ラ属菌(改訂版)～」p.6を参照。

③ 感染性胃腸炎患者の概要

(a) サルモネラ感染症の患者数

サルモネラ感染症の患者数は、全国約 3,000 の小児科医療機関(定点)から報告される「感染性胃腸炎」の患者数の内数として把握されており、当該項目にはウイルス、細菌、原虫等による胃腸炎が計上されているため、サルモネラ感染症のみの患者数を抽出することはできない。

(b) 感染性腸炎患者等の年齢構成

感染性腸炎研究会がとりまとめた感染性腸炎(感染性下痢症)入院例の年齢別患者数の調査結果(1996～2000 年、原因菌が腸チフス・パラチフスを除くサルモネラ属菌であったもの)(参照 31)によれば、患者数は 4 歳以下の年齢階級で最も多く、9 歳以下の年齢階級では約 40%となっている。

(c) 検出されるサルモネラ属菌の血清型

2009 年までの 10 年間では、S.E の検出数がすべての年において最多検出血清型となっている(参照 32)。詳細は別添 3「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネラ属菌(改訂版)～」p.9～10 を参照。

(d) 死者数

2000 年からの 10 年間に死因がサルモネラ属菌による腸管感染症となっている死者数は 45 名で、60 歳以上が約 78%、40～59 歳が約 14%、0～14 歳が約 8%となっている。詳細は別添 3「食品健康影響評価のためのリスクプロファイル～鶏肉におけるサルモネラ属菌(改訂版)～」p.10 を参照。

(4) サルモネラ属菌食中毒の原因と特徴

① 原因食品

厚生労働省から提供されたデータによると、2000～2009 年の 10 年間に発生したサルモネラ属菌による食中毒について、原因食品別の発生状況は、原因食品の判明したものでは、弁当・そうざいなどの複合調理食品が 10 年間の平均で 7.8%と最も多く、次いで卵類及びその加工品、菓子類並びに肉類及びその加工品がそれぞれ、6.7%、2.5%及び 2.2%となっている。そのうち、「肉類及びその加工品」について食肉の種類を分析してみると、当該 10 年間の合計では、鶏肉が 34.5%と最も多く、次いで牛肉(14.5%)、豚肉(9.1%)となっている。

肉類及びその加工品が原因食品となった 55 件の食中毒事例のサルモネラ属菌の血清型は、Enteritidis が 47.3%と最も多く、次いで Infantis (7.3%)、Typhimurium (5.5%)となっている。さらに、サルモネラ属菌の血清型と原因となった食肉の種類との関係を見ると、鶏肉が原因となった食中毒では、Enteritidis が 52.6%と最も多く、次いで Infantis (10.5%)、Hadar (10.5%)となっている。また、Enteritidis

が原因となった食中毒では鶏肉が 38.5%と最も多く、次いで牛肉(卵の使われた料理を含む。23.1%)、豚肉(卵の使われた料理を含む。11.5%)となっている。

② 原因施設

厚生労働省から提供されたデータによると、2000～2009 年の 10 年間に発生したサルモネラ属菌による食中毒について、原因施設別の発生状況を見ると、2009 年の飲食店における発生件数は 2000 年と比べ約 1/2 に減少しているが、すべての年で最も多く(平均 24.4%)、2000 年の 18.1%から 2009 年の 68.7%と施設別の割合では大幅に増加している。一方、飲食店に次ぐ発生状況にある家庭では、10 年間で発生件数が約 1/25 と減少し、平均が 11.1%となっており、2000 年の 19.7%から 2009 年の 6.0%と減少傾向にあることが特徴的である。

③ 発生状況

(a) 年次別発生状況

厚生労働省から提供されたデータと食中毒統計からまとめた 2000～2009 年の 10 年間のサルモネラ属菌による食中毒年次別発生状況によると、発生件数、患者数ともに 2000 年以降減少傾向にあり、2009 年にはそれぞれ 2000 年の約 13%、約 22%という状況にある。また、当該 10 年間の死者数の合計は 7 人である。

1999～2009 年の間に発生した患者数 500 名以上となった食中毒は 6 件であり、そのうち S.E によるものが 5 件、*S. Oranienburg* 及び *S. Chester* によるものが 1 件となっている。

サルモネラ属菌は、乾燥に強いなどの特徴があり、環境中での生存率が高いため、食品取扱施設等では二次汚染が起こりやすいという傾向がある。1999 年に発生した乾燥イカ菓子の原因とした食中毒(原因菌：*S. Oranienburg*)では、日本のほぼ全都道府県において患者が発生し、患者数は 1,634 名に上った。

(b) 年齢階級別発生状況

厚生労働省から提供されたデータによると、2000～2009 年の間のサルモネラ属菌による食中毒の年齢階級別患者数は 9 歳以下の年齢階級で 21.8%と最も多く、次いで 10～19 歳の 14.3%となっている。

(c) 死者の状況

厚生労働省から提供されたデータによると、2000～2009 年の間に発生したサルモネラ属菌による食中毒で死者の報告のあった事例についての詳細な分析結果がないことから、死因につながる共通事項は判明していないが、2000 年以降の死亡事例 7 例中 6 例が S.E によるものであることが示されている。また、死者の年齢については、7 例中 4 例が 60 歳以上であり、7 例中 2 例では 9 歳以下であることが示されている。

(5) 生肉の喫食による腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌食中毒

厚生労働省の平成 10 年度～平成 22 年度の食中毒統計によると、牛の生肉を用いた料理による食中毒発生事件数は、5 件(腸管出血性大腸菌 1 件、サルモネラ属菌 3 件、カンピロバクターで牛刺しとユッケの複合食品 1 件)であった。

一方、平成 11 年度～平成 22 年度の食品の食中毒菌汚染実態調査によると、牛肉とその加工品 4,698 検体中に大腸菌が 43.3%、O157 と O26 がそれぞれ 0.02%、サルモネラ属菌が 0.7%、牛レバー(生食用及び加熱加工用)1,012 検体中に大腸菌が 61.6%、O157 が 0.5%、サルモネラ属菌が 0.9%検出されている。

(6) 用量反応関係

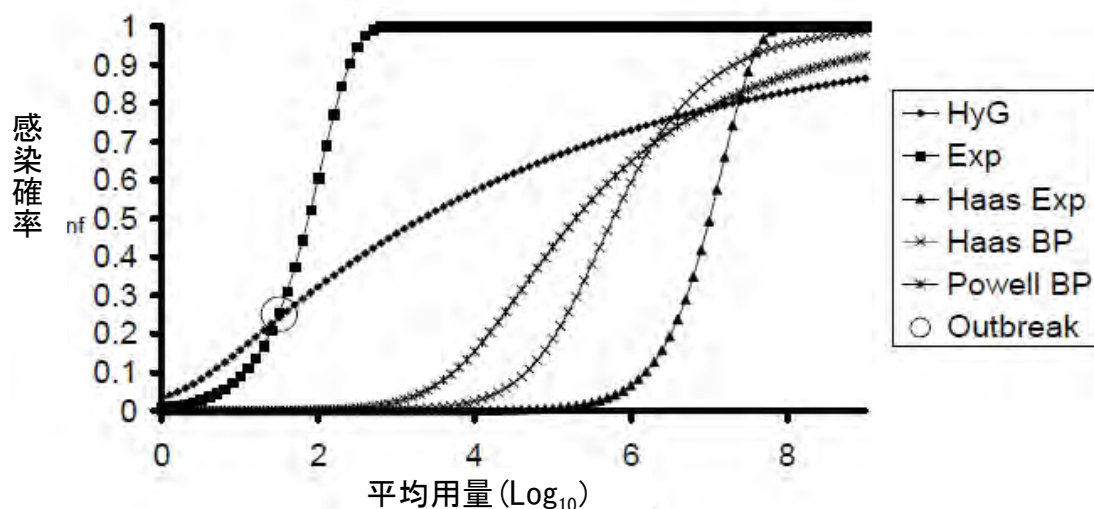
(a) 腸管出血性大腸菌食中毒

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 10 に示した。これによると 2～9 cfu/人の菌の摂取で食中毒が発生した事例があった。

表 10 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	4～18 cfu/100g	208 g	11～50 cfu (平均)	O157:H7	VT1,2	1996	参照33
サラダ	4～18 cfu/100g	72 g					
メロン	43 cfu/g	50 g	約2,000 cfu	O157:H7	VT1,2	1997	参照34
イクラ醤油漬	0.2～0.9 MPN/100g	20～60 g	－	O157:H7	VT1,2	1998	参照35 参照36
	0.73～1.5 MPN/10g	－	－				
冷凍ハンバーグ	1.45 MPN/g	100 g 200 g	<108～216 MPN	O157	VT1,2	2004	参照37
牛レバー刺し	0.04～0.18 cfu/g	50 g以下					
			2～9 cfu	O157	VT2	2006	参照38

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(参照 33)をもとに、図 1 に示す用量反応曲線が作成されている(参照 39)。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を表 11 のとおり推定している。なお、その推定結果は Hass らのウサギを用いた実験的な O157 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)は当該食中毒事例のデータ(Outbreak)とは一致せず、O157 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

参照 39 より作成

表 11 RIVM 評価報告書のパラメータ推定値

宿主	病原体	指数	超幾何	
		e^{-rD}	$iF_1(a, a+b, -D)$	
		r	a	b
小児	STEC O157	$9.3 \times 10^{-3} \text{ cfu}^{-1}$	0.1	2.3
成人	STEC O157	$5.1 \times 10^{-3} \text{ cfu}^{-1}$	0.07	3.0

参照 39 より作成

(b) サルモネラ属菌食中毒

FAO/WHO の「鶏卵及びブロイラーにおけるサルモネラリスク評価書」では、世界中のサルモネラ属菌による食中毒事例のうち摂取菌数等が推定できた事例を基に、用量反応関係の推定が行われている(参照 40)。当該評価では、入手可能なサルモネラ属菌による食中毒の集団発生事例のうち、摂取菌数、発症率等のデータが利用できる 20 事例をリストアップし、摂取菌数(用量)と発症率の関係をもとに、各データの不確実性を考慮し用量反応曲線が求められている(図 2、統計的に有意な単一の曲線を得ることはできなかったとしている。)。当該曲線を次式のベータポアソンモデル(方程式)に当てはめ、当該曲線に近接した境界を生成させるベータポアソン用量反応パラメータを推定したものが表 12 である。

$$P_{\text{ill}} = 1 - \left(1 + \frac{\text{用量}}{\beta} \right)^{-\alpha}$$

FAO/WHO の評価書では、解析に利用されたデータの限界から、5 歳未満の患者と病院で発生した *S. Cubana* による事例の患者を集団 S(感受性集団)と定義し、それ以外の患者を集団 N として暴露集団の項目に分類されている。さらに、使用し

たデータをもとに集団 S と集団 N(S 以外の集団)の発症率の差異について解析したところ、解析に用いられたデータの範囲内では、集団 S の方が高い発症率を示すという証拠は得られなかったと結論づけられている。ただし、同一事例内に両方の集団が含まれていた 2 事例については、集団 S の方が高い発症率を示したとされている。

また、当該評価書では、S.E とそれ以外のサルモネラ血清型の発症率の比較も行われている。当該評価の目的と解析に用いられたデータの範囲内では、S.E とそれ以外の血清型のどちらも、同一用量が摂取された場合には同一の発症率となると解釈できると結論づけられている。以上の検討結果から、当該評価書では暴露される集団又は血清型の区別をせず、同一の用量反応関係が提示されている。

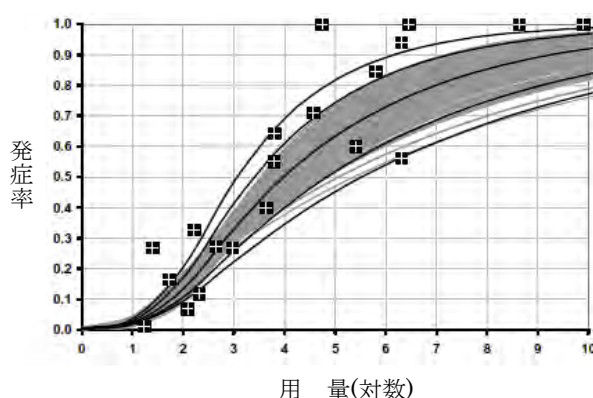


図2 用量反応近似曲線と食中毒事例に基づくデータとの比較

参照 40 から引用

表 12 図 2 の曲線に近接した境界を生成させるベータポアソン用量反応パラメータ

項目	α	β
期待値	0.1324	51.45
下限	0.0763	38.49
2.5 パーセンタイル	0.0940	43.75
97.5 パーセンタイル	0.1817	56.39
上限	0.2274	57.96

参照 40 から引用

一方、当該評価における用量反応関係の検討対象にはならなかった食中毒事例(上記表 12 の項目すべてが利用できなかったもの)のうち、1984 年にカナダで起きたチェダーチーズを原因食品とする S.T による食中毒事例では、患者 6 人の摂取菌数が MPN⁴で 1~6 個と推定されたことが示されている(参照 41)。また、1985 年にカナダ及び米国で起きたチョコレートを原因食品とした *S. Nima* による食中毒事

⁴ MPN : 一般的に菌数が少ないと思われる検体中の菌数を確率論的に推計する方法で、最確数 (Most Probable Number の略) という。検体の連続希釈液を 3 本または 5 本ずつの培地に接種して「陽性」の出現率から菌数を推計する。

例でも、初発例で示された摂食量と食品中の菌数より(参照 42)摂取菌数は MPN で 4.3~24.0/100 g であり、およそ 25 g を喫食したと報告されていることから、S.E 以外の血清型の菌でも少量の菌数の摂取で発症したことが推定されている。

その後、FAO/WHO の「鶏卵及びブロイラーにおけるサルモネラのリスク評価書」(参照 40)の解析と Generalized Linear Mixed Models(GLMMs)とを用いて用量反応関係について検討した報告(参照 43)では、病原性の高い血清型の菌に汚染した食品の少量の摂食、又は、低病原性でも多量に摂食した場合には感受性集団(例えば新生児、若齢児、妊婦、高齢者、免疫不全状態の人)の発症する確率が高まると推測した。他方、感受性集団以外の人には免疫反応が成立することも示唆している。

野外でのサルモネラ食中毒集団発生事例のデータを用いて、新たな用量反応関係モデルが策定された(参照 44)。これまでこの種のデータは順化した菌株を健康な成人志願者に投与して収集されていたために 50%感染量が 10^4 cfu 以上であったが、野外発生事例のサルモネラ菌は高度な感染性で、感染用量の増加に伴い発症する危険性が高まることが明らかにされている。それによると、S.T と S.E 以外の血清型に高用量暴露しても一部の人は発症しない可能性があるが、当該モデルでは宿主の感受性や血清型には相違が見いだされず、50%感染量は 7 cfu、50%発症に必要な感染量は 36 cfu であった。

3. 暴露評価

(1) フードチェーンの概要と汚染の状況

我が国における一般的な食肉の流通経路については別添 2「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)」p.18 を参照。

(2) 汚染状況

北中米、欧州、韓国等における農場から肉製品までの牛肉フードチェーンにおける微生物汚染概況を述べた文献(参照 45)によると、海外におけるフードチェーンにおける汚染状況については以下のとおりである。糞便、獣皮、冷蔵と体及び非加熱牛肉製品の O157 の平均検出率はそれぞれ 6.2%(0.0~57%)、44%(7.3~76%)、0.3%(0.0~0.5%)及び 1.2%(0.0~17%)、サルモネラ属菌平均検出率はそれぞれ 2.9%(0.0~5.5%)、60%(15~71%)、1.3%(0.2~6.0%)及び 3.8%(0.0~7.5%)であった。O157 もサルモネラ属菌も暖かい季節に糞便からの検出率が高い傾向がある(参照 46)。

本評価においては、国内における実態把握が重要なことから、以下に、国内における生産から消費までの牛肉の汚染状況及びその要因について記載する。

① 生産段階

a. 腸管出血性大腸菌

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。

a-1. 農場における牛の汚染実態

生体牛(乳牛)の直腸便検査による汚染実態調査では、1998年に、関東甲信越地方の78農場の乳牛358頭のうち22.1%の牛からO26、O157等の腸管出血性大腸菌が分離されている(参照47)。2006～2007年には、全国11自治体の123農場の乳牛932頭のうち84農場(68.3%)の283頭(30.4%)の牛から、STEC株が分離されており、うち59農場(48.0%)の111頭(11.9%)からSTEC118株が分離されている(参照48)。O26とO103株はすべてStx1遺伝子陽性であり、O113、O142、O153及びO163株はすべてStx2遺伝子陽性であった(参照48)。

2007～2008年に農林水産省が実施した肉用牛の汚染率に関する全国調査(参照49)では、35県の113農場で飼育されている226頭(9.3%)からO157が、15県の24頭(1.0%)からO26が検出されている。

と畜場に搬入された牛508頭の糞便検出例及び同一個体から繰り返し採取した農場の牛324頭の糞便の検出例によれば、 10^4 cfu/g以上の菌を保有する生体牛の割合は、全体の15.4%を占める(参照50, 51)。糞便中に 10^4 cfu/g以上のO157を排泄するhigh shedding cattle(高用量排泄牛)は疫学上重要と考えられている(参照52)。

a-2. と畜場搬入牛から調べた農場汚染状況

2004～2006年に全国24自治体の335農場からと畜場に搬入された1,025頭の牛について行われた農場の汚染状況及び牛種別の保菌状況調査によれば、O157保菌牛を出荷したのは83農場(24.8%)、O26保菌牛を出荷したのは8農場(2.5%)であったが、O157保菌牛を出荷した農場に地域的な偏りは認められていない(参照53)。

b. サルモネラ属菌

サルモネラ属菌は腸管出血性大腸菌と同じく動物の腸管内に棲息する細菌類であることから、生産場における感染源及び汚染経路は腸管出血性大腸菌と類似する。一般に牛などの反芻獣の糞便には最大 10^8 cfu/gのサルモネラ属菌が、また胃液内にも少数であるが含まれている可能性がある(参照54)。

国内農場における生体牛のサルモネラ属菌の汚染状況について調べた調査によると(参照55)、2000～2003年に全都道府県の農場で飼育されていた健康な肉用牛650頭のうち16頭(2.5%)の糞便から25株が分離され、その血清型内訳はTyphimuriumが19株(76%)、Dublinが4株(16%)、Mbandakaが2株(8%)であった。

② と畜場

a. 搬入牛

a-1. 腸管出血性大腸菌

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(表13)によると、農場で

の汚染を表す直腸内容物での O157 分離率は、2004 年以降は 10%を超える事例が報告されている。O26 及び O111 の分離率は低い。

表 13 と畜場に搬入された牛の腸管出血性大腸菌による汚染状況

検体	検体数	分離数	分離率 (%)	血清型	検体採取年	検体採取 時期	文献
糞便	20,029	401	2.0	O157	1996～1998	4～3月	参照56
糞便又は直腸便	536	35	6.5	O157	1999	8～12月	参照57
直腸便	324	11	3.4	O157	2003	春、夏、冬	参照58
直腸内容物	301	31	10.3	O157	2004	7～10月	参照59
直腸内容物	551	60	10.9	O157	2004～2005	7～2月	参照60
直腸内容物	130	13	10.0	O157	2005～2006	4～4月	参照61
直腸便	506	60	11.9	O157	2005～2006	4～3月	参照62
舌拭き取り	60	4	6.7	O157	2004	7～10月	参照59
口腔内唾液	481	11	2.3	O157	2004～2005	7～2月	参照60
口腔内唾液	329	2	0.6	O157	2005～2006	4～3月	参照62
糞便	508	3	0.6	O26	2000	9～11月	参照63
糞便	178	14	7.9	O26	2003	春、夏、冬	参照58
直腸内容物	551	7	1.3	O26	2004～2005	7～2月	参照60
直腸内容物	130	1	0.8	O26	2005～2006	4～4月	参照61
直腸便	481	3	0.6	O26	2005～2006	4～3月	参照62
口腔内唾液	481	2	0.4	O26	2004～2005	7～2月	参照60
口腔内唾液	329	1	0.3	O26	2005～2006	4～3月	参照62
糞便	508	1	0.2	O111	2000	9～11月	参照63

a-2. サルモネラ属菌

国内のと畜場に搬入された牛の直腸及び盲腸の内容物中のサルモネラ属菌保菌状況を表 14 に示した。検出率は 0%～5.7%と、腸管出血性大腸菌(表 13)に比較して低く、農場におけるサルモネラ属菌調査成績(参照 55)とほぼ同程度であった。

獣皮の汚染が牛肉の細菌汚染の重要なリスク要因と考えられており、サルモネラ属菌を排泄する牛と混載されてと畜場に輸送される過程で他の牛に汚染が拡大し、最終的な牛肉の汚染率に影響を与えると考えられている(参照 64)。

表 14 国内のと畜場に搬入された牛からのサルモネラ属菌の検出状況

検査材料	採集地	採集年月	検査頭数	検出頭数	検出率	文献
直腸便	宮崎県	1998年6月～ 1999年3月	278	8	2.90%	参照65
糞便	全国	1999年6月～12月	183	1	0.55%	参照66
盲腸便	愛媛県	2000年6月～12月	174	10	5.70%	参照67
盲腸内容物	群馬県	2002年2月～3月	75	0	0	参照68

表 14 に示したサルモネラが検出された 3 調査(参照 65～67)の血清型検出頻度は高い順に、Infantis (5 例)、Brandenburg (5 例)、Derby (4 例)で、Haifa、Thompson、Typhimurium、Blockley、Enteritidis 及び Dublin が各 1 例であった。

諸外国における、と畜場へ搬入された牛の部位別汚染実態の集計(参照 54)によれば、消化管内容物の他に肝臓(0.7%～2.2%：平均 1.5%)や脾臓(1.2%～2.9%：平均 1.9%)にも汚染が認められている。

サルモネラ属菌の牛糞便中への排泄量に関する情報は少ない。オーストラリアにおいて、と畜場に搬入された肉用牛の糞便の 6.8% からサルモネラ属菌が 3 MPN/g 未満～ 2.8×10^3 MPN/g 分離されており、そのうち 71% は 10 MPN/g 未満であった(参照 69)。

b. 枝肉

解体処理工程では、と体の糞便や腸管内容物により枝肉及び内臓肉への汚染が生じるおそれがある。食道結紮、腸管結紮等の汚染拡大防止対策が実施され、枝肉への交差汚染防止対策が講じられている。

b-1. 腸管出血性大腸菌

牛枝肉等の汚染状況について表 15 にまとめた。2003～2006 年では 0.3%～5.2% の分離率であった。

表 15 牛枝肉等の汚染状況

検体	検体数	分離数	分離率 (%)	血清型	検体採取年	検体採取 時期	文献
枝肉	47,138	90	0.2	O157	1996～1998	4～3月	参照56
枝肉	230	12	5.2	O157	2003～2004	6～8月	参照37
枝肉	288	11	3.8	O157	2004～2005	7～2月	参照60
枝肉	338	4	1.2	O157	2005～2006	4～3月	参照62
一部剥皮後切皮部	243	11	4.5	O157	2005～2006	4～3月	参照62
枝肉	288	1	0.3	O26	2004～2005	7～2月	参照60

汚染菌数に関する我が国のデータはない。

アイルランドにおける調査(参照 70)によると、牛のと体 132 例中 4 例(3.0%)から O157 が検出され、直接平板塗抹法で検出された検体では 5.0～25.7 cfu/g の汚染が認められた。脱骨後の部分肉 1,351 例中の 32 例(2.4%) から検出され、この 32 例のうち 25 例については増菌培養で O157 が検出されたが直接平板塗抹法では検出されず(1～5 cfu/25g)、その他 7 例については直接平板塗抹法で 5.0～40.7 cfu/g 汚染がそれぞれ認められている。牛頭肉(n=100)の Enterobacteriaceae についても同時に検査しており、O157 は 3 例(5～10 cfu/g)に、Enterobacteriaceae はすべて(5～1,000 cfu/g)より検出されていた。

b-2. サルモネラ属菌

2004～2005 年の国内の調査(参照 71)では、牛枝肉 25 検体中 1 検体(4%)がサルモネラ属菌陽性であった。

米国での調査によると、汚染率は子牛の胸肉で 5%、成牛で 1% であった(参照 72)。カナダでの調査では子牛肉で 4.1%、成牛頸部肉で 1.7%(参照 73)、オーストラリアではと体の 0.22% が(参照 74)、ベルギーではと体の 2.5%(参照 75)が陽性であった。

2007 年の米国における小規模(1,000 頭/日)牛肉処理施設(7 施設)での内臓除去

前のと体の O157 とサルモネラ属菌の培養増菌法による汚染状況とを比較した調査成績(参照 76)によると、サルモネラ属菌の汚染率は O157 の汚染率より高かったが、0.5 cfu/100cm² 以上の汚染を示すと体において、直接平板塗抹法によるサルモネラ属菌の菌数は平均 1.2 cfu/100cm²、O157 は平均 1.9 cfu/100cm² であり、剥皮工程に起因すると体の両細菌汚染の菌数は同じ程度であった。

b-3. 枝肉の微生物汚染実態調査(厚生労働省)

厚生労働省が毎年実施していると畜場における枝肉の微生物汚染実態調査では、約 140 施設における牛枝肉表面(胸部及び肛門周囲の 2 か所: 10×10 cm²)の大腸菌群汚染についてのふきとり調査が行われている。厚生労働省から提出されたデータによれば、2010 年の各施設(1 施設当たりの抽出数: 数頭~20 頭)の平均値は、0~17 cfu/cm² に分布し、10 cfu/cm² 以上は 0.67% を占める。胸部と肛門周囲の各枝肉について見れば、約 4,400 検体のうち 6.7% から検出され、そのうち 3.7% に 50~240 cfu/cm² の、96.3% に 50 cfu/cm² 未満の菌数が認められている。

③ 食肉処理・加工段階

過去 30 年間に於ける我が国を含む世界各国の牛肉の STEC 汚染に関するデータをまとめて考察した論文によると、食肉加工場内の牛肉の O157 汚染率は施設毎の差が大きく 0.01~43.4% であった(参照 77)。

④ 流通・販売・消費

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やサルモネラ属菌の増殖や食中毒の発生要因となる。

a. 腸管出血性大腸菌

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によれば、牛肉では他の食肉より O157 の分離率が高かった(参照 78)。

また、2005~2007 年に、我が国に輸入された牛枝肉の STEC 汚染実態調査によると、オーストラリア産で 2.4%、米国産で 1.0% の枝肉から STEC、O8、O128 等が分離されたが、O157 は分離されていない(参照 79)。1992 年末~1993 年に米国西部で発生した牛ひき肉を用いたハンバーグによる食中毒事例では、検査可能であった 21 製品中 7 製品(33%)から O157 が検出され、その陽性サンプル中の当該菌 1g 当たりの MPN 値(菌数)は 1.5 (0.3 未満~15) であった。1 食当たりの O157 菌数は 67.5 (13.5 未満~675) であった(参照 80)。

b. サルモネラ属菌

国内における市販牛肉の細菌汚染に関しては、地方自治体の衛生研究機関が実施した抜き取り調査の結果が以下のとおり公表されている。

- ・1984 年の島根県での市販牛、豚、及び鶏ひき肉各々 120 サンプル(参照 81)のうち、牛ひき肉 11 サンプル(9.2%)がサルモネラ属菌陽性で、血清型は London、

Derby、Reading、Typhimurium であった。

- ・1999 年に千葉県で実施された牛肉類の調査ではミンチ肉(8 例中 3 例：37.5%)から糞便性大腸菌群及び大腸菌が検出されたが、O157 及びサルモネラ属菌は陰性であった(参照 82)。
- ・1999 年に埼玉県内の市販食肉 166 検体(参照 83)と 2002 年に群馬県内の市販牛ひき肉 50 検体(参照 68)のサルモネラ属菌等の検査ではサルモネラ属菌は検出されなかった。また 1998～2005 年の北海道の 10 保健所管内で収去された牛肉 134 検体の検査における大腸菌は、63 検体(47.0%)が陽性を示したが、すべてにおいてサルモネラ属菌については陰性であった。しかし、1 検体(0.75%)から Stx1 及び 2 産生株である O157 が検出された(参照 84)。

(3) 汚染の要因と制御

① と殺・解体

特に以下のような工程が菌の汚染の要因になる。

- ・剥皮時や内臓摘出時における、腸管内容物の枝肉への汚染
- ・床面からのはね水による枝肉への汚染
- ・作業施設、作業台及び器具(刀等)から枝肉への汚染等

枝肉表面の糞便等の汚染除去のためにこれまで各種方法が試されており、牛肉表面からの O157 の除染効果は 1～5 log cfu/cm² の減少と多様である(参照 85～90)。洗浄に用いる水スプレーが細菌を筋肉内に物理的に押し込んでいる可能性について指摘されており(参照 91)、こうした汚染細菌を枝肉やカットされた部分肉から水洗除去することは難しいと考えられている(参照 90)。

解体や食肉処理に用いるナイフの温熱消毒の効果については、83℃の温湯に 3 秒以上浸漬することによりナイフに付着した S.T や *E.coli* O157:H7(10⁵～10⁶ cfu/cm²)が殺菌されたとする報告がある(参照 92)。食肉業界では 3 log 以上の菌数減少が一つの目安となっており、ナイフに付着した大腸菌数を 3 log 以上減少させるためには、65℃で 45 秒以上、70℃で 30 秒以上、75℃で 10 秒以上、80℃～82℃で 5 秒以上の温熱処理が必要であることが報告されている(参照 93)。

② 枝肉から部分肉への加工

特に以下のような製造・加工工程が菌の汚染・増殖の要因になる。

- ・カット処理時の器具等からの食肉への表面汚染
- ・食肉のテンダライズ(筋切り、細切り等)処理、タンブリング(味付け等)処理及び結着処理による肉製品中心部への菌の汚染
- ・食肉の味付け工程における漬込み液中での菌の増殖
- ・枝肉水洗に用いた水や加工場内部環境による汚染

実験的に O157、S.T を付着させた肉塊の細菌除染に用いた溶液(水、乳酸、酢酸)中における菌の生残を調べたところ、4℃、10℃いずれの条件でも、S.T は酸性溶

液中で 2 日以内に死滅し、中性水溶液中では増殖した。O157 は酸性溶液内で 2～7 日間生残したことから、枝肉等の除染に用いた廃液が交差汚染源となり得ることが示唆されている(参照 94)。

③ 精肉の取扱い

特に以下のような工程が菌の汚染・増殖の要因になる。

- ・ 不適切な温度管理(保管温度、取扱い温度)
- ・ 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

O157 又は S.T に汚染した牛肉片を真空パックに封入し、4℃で保存しておいたところ、35 日目に O157 は 40%、S.T は 3.2%、好気性細菌は 100%生残していたという報告がある(参照 95)。

2007 年に発生した焼肉店が原因施設とされた食中毒事例では、ユッケ等が原因食品と推定され、当該店内で行われた牛ブロック肉の分割・小分け作業に、生食用と加熱用で区別されていない同一のまな板及び包丁が用いられていたこと、当該作業途中で器具類の洗浄・消毒が実施されていなかったこと、生食用食肉の喫食及び加熱不十分な状態での喫食が発生要因となったとされている(参照 96)。

2011 年に同様の事例が再発し、焼肉店に食材として納入された食肉が腸管出血性大腸菌に汚染されていたことが原因の一つと推定されている(参照 29)。

1999～2001 年に岡山県において実施された「焼肉用生肉等の汚染実態調査」(参照 97)によると、使用済みの箸の 28.6%から大腸菌が、4.2%から病原性大腸菌が検出されている。

実験的にも O157 で汚染した牛内臓肉や調理器具(トンガ及び箸)を用いた焼肉調理での加熱による菌数の減少並びに調理器具及び食肉への汚染についての研究報告がある(参照 98)。汚染内臓肉をトンガ及び箸でつかんだ場合、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、さらに、汚染調理器具で加熱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 が加熱済みの食肉を汚染することが認められている。

Ready-to-eat 肉製品表面上の O157 交差汚染の数理モデルに関する報告(参照 99)によれば、 $10^4\sim 10^8$ cfu の O157 を接種したハムからスライサーの刃を介してハムへ移行する菌数は $10^{0.5}\sim 10$ cfu であり、O157 を 10^3 cfu 汚染させたハムから刃を介してハムへ移行する菌数は $10^{1.3}=20$ cfu とされ、その比率は 2%となっている。

④ 肉塊の加熱処理の効果

厚生労働省から提出された牛肉塊への菌の浸潤と加熱処理に関する実験(別添 7.1 参照)では、肉塊表面に O157 を接種し 4℃下で 1 又は 20 時間保存した後は、表面から 5～10 mm 深部では表面菌数の 1/10³～1/10⁴ に、10～15 mm 深部では 1/10³～1/10⁴ になっていた。また、肉塊内部の菌数は、解体後の保存日数の増加とともに増加する傾向が認められている。表面に $2.1\sim 2.2\times 10^4$ の ST 又は O157 を

接種した肉塊をフィルムで包装し、85℃の湯に10分間浸漬した後には、表面から約1cm深部から両菌は検出されていない(<1個/25g)。肉塊表面に接種した菌について、肉塊の表面から内部に至る汚染分布及び肉塊の温湯浸漬による加熱の効果については、同様の知見が食品安全委員会の調査事業でも認められた(別添5参照)。

(4) 生食用食肉を取り扱う施設に対する緊急監視について

参照100及び別添4を参照。

(5) 喫食実態

① 食品安全委員会による調査結果

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(参照101)において、牛肉(内臓肉を除く)については家庭での喫食傾向が6割と高かった。

アンケート調査結果(表16, 17)によると、牛肉の喫食頻度で最も多い項目は、「一ヶ月に1～3回」が約4割、続いて「一週間に1～2回」が約3割である。

表16 牛肉の喫食頻度

項目	回答(%)
	牛肉
一週間に3回以上	2.8
一週間に1～2回	36.2
一ヶ月に1～3回	43.7
年に数回	14.5
全く食べない	2.8

参照101より作成

一度に喫食する量は、牛肉は約7割が150g以上である。

表17 牛肉の一度の喫食量

項目	単位: %		
	牛肉		
	全体	男性	女性
50g 以下	4.6	3.4	5.7
100g 位	24.0	19.4	28.8
150g 位	29.4	27.6	31.2
200g 以上	42.0	49.7	34.3

参照101より作成

② 埼玉県による調査結果

埼玉県が一般消費者(16歳以上の男女2,538名)を対象に2010年7月に実施した食肉の生食に関する意識と行動に関するアンケート調査(参照102)によると、過去1年間に食肉を生で食べたことがあると答えた人は全体の35.6%であった。喫食頻度の内訳は、「数回」が84.2%、「月に1～2回」が14.2%であった。また、よく

食べる生食メニューとしては、第1位が牛肉のユッケで56.8%であった。

③ 富山県による調査結果

富山県で2007年及び2009年に実施した一般消費者(16歳以上の男女1,439名)に対する食肉の生食に関するアンケート調査(参照103)によると、ユッケを「よく食べる」と答えた人は男性が474名中62名(13.1%)、女性が862名中58名(6.7%)、合計1,336名中120名(9.0%)で、「過去に食べたことがある」と答えた人は男性が235名(49.6%)、女性が325名(37.7%)、合計560名(41.9%)であった。合わせると調査対象の半数の県民が食肉の生食経験を有していることが判明した。また、902名中194名(20.5%)が「中学生以下の子供にユッケを食べさせる」と答えている。

④ 牛肉喫食状況インターネットアンケート調査結果

平成21年度に、東日本、西日本及び九州地域に在住する成人の男女合計1,440名を対象とした焼肉店(韓国料理店、ホルモン焼店を含む。)における牛肉及び牛内臓肉の喫食状況のインターネットアンケート調査(参照104)によると、焼肉店の年間利用回数は0回から144回までであり、平均して5.7回(中央値3回)であった。生の牛肉を食べる頻度は、「ほぼ毎回食べる」が23.7%、「時々食べる」が34.1%、「食べない」が42.2%であった。さらに20歳未満の子供を連れて行くかについては半数近い41.9%が「連れて行く」と回答した。

(6) まとめ

農場の全国調査によって、2006～2008年に腸管出血性大腸菌は調査対象牛の約10%の糞便から検出されている。別の調査研究によって糞便中の菌数が測定され、一個体のみに 10^8 レベルの菌数が認められたが、検出例のうち大部分は100 cfu/g未満であり、 10^6 cfu/g以上の菌数を示した牛は検出例全体の8%を占めることが見出されている。サルモネラの菌数レベルは、我が国の牛については不明であるが、一般に最大 10^8 cfu/gとされている。

と畜場に搬入された牛についても、約10%の牛から腸管出血性大腸菌が分離されている。サルモネラについては、2000～2003年の全国調査によって2.5%の肉用牛から分離されている。

アイルランドにおける調査により、牛のと体3.0%からO157が検出され、そのうち比較的高い菌数で汚染された検体では5.0～25.7 cfu/gの汚染があり、脱骨後の部分肉からは2.4%に5.0 cfu/g～40.7 cfu/gの汚染が認められた。我が国では、枝肉表面の腸管出血性大腸菌O157汚染は2003年以降、0.3%～5.2% (平均2.45%)に認められている。腸管出血性大腸菌とサルモネラの汚染菌数レベルは不明であるが、枝肉表面の大腸菌群数については全国調査が行われており、その結果、検出可能な検体の大部分は約50 cfu/cm²未満の菌数で汚染されている。枝肉表面に付着している糞便中の腸管出血性大腸菌数が大腸菌群数を超える可能性は考え難いので、我が国の枝肉が腸管出血性大腸菌に汚染されている場合にもその菌数レベルはアイルランドのレベルを超える可能性は低いと考えられた。

食品安全委員会が 2006 年度に実施した調査によれば、牛肉(内臓肉を除く)については家庭での喫食傾向が 6 割と高かった。また、牛肉の喫食頻度は「一ヶ月に 1~3 回」が約 4 割、「一週間に 1~2 回」が約 3 割であった。

平成 21 年度の焼肉店における牛肉および牛内臓肉の喫食状況のインターネットアンケート調査によれば、年間利用回数は 0 回から 144 回までであり、平均して 5.7 回(中央値 3 回)、生の牛肉を食べる頻度は「ほぼ毎回食べる」が 23.7%、「時々食べる」が 34.1%、「食べない」が 42.2%であった。

4. リスク特性解析

リスク特性解析の目的

この解析では、規格基準案の導入により、どの程度リスクが低減されるかを推定する。

加熱処理をしても熱のかからない「生」の部分が評価対象であるため、厚生労働省による規格基準案によるリスク低減の程度を推定するためには、

- (1) 提案された摂食時安全目標値(Food Safety Objectives:FSO⁵) 0.014 cfu/g の評価
- (2) 提案された FSO から導き出した達成目標値(Performance Objectives:PO⁶)0.0014 cfu/g の評価
- (3) 規格基準案(成分規格及び加工基準)により 0.0014 cfu/g という PO が達成されるかどうかに関する評価

この 3 点に焦点を絞って評価すればよいと考えられた。なお、加熱処理を行うため、加工基準による微生物低減効果はある程度あるものの、実際に生食肉として喫食する部分の加熱を直接行うわけではないので、検討においてはその点に留意することが必要と考えられた。

(1)FSO 0.014 cfu/g の評価

①患者数と死者数からのアプローチ

a. ハザードに基づくリスクの検討

腸管出血性大腸菌による食中毒事例において摂取菌数が判明している事例中、最も低い菌数は 2 cfu/人であり、そのとき報告されている当該原因食品(牛レバー刺し:50g 以下)中の汚染菌数の最低値は 0.04 cfu/g であった(表 10 参照)。このため、FSO は 0.04 cfu/g よりも小さい値であることが必要となる。

⁵ FSO : 消費時点での食品中のハザードの汚染頻度又は濃度であって、その食品を摂食した結果としての健康被害が ALOP (Appropriate Level of Protection : 適切な衛生健康保護水準)を超えない最大値。

⁶ PO : FSO 及び適用可能な場合には ALOP を満たすように、フードチェーンのそれぞれの段階で許容される最大の汚染頻度又は濃度。

本評価書に記載されているように(IV.3.(2), p29 参照)、日本の市販牛肉における腸管出血性大腸菌汚染菌数の報告はない。唯一報告のあるデータはアイルランドの牛切り落とし肉における腸管出血性大腸菌汚染濃度であり、O157 として、直接平板塗抹法により確認できた検体で 5.0~40.7 cfu/g である(参照 70)。

このため、アイルランドの汚染食肉と我が国の汚染菌数がほぼ同じと仮定した場合、少なくとも牛肉の汚染濃度を 40.7 cfu/g から 0.04 cfu/g 未満まで低減(1/1,018 以下)させる必要がある。

サルモネラ食中毒事例において摂取菌数が判明している事例中、最も低い菌数はチョコレートの原因とした事例の 4.3 MPN/100 g(0.04 MPN/g)であり、ハザードとしての特性に腸管出血性大腸菌との大きな違いはないと考えられた。また、国際食品微生物規格委員会(ICMSF⁷)によると、サルモネラによるリスクは O157 によるリスクよりも低いとされている(参照 105)。

b. 家庭及び飲食店での牛肉の生食に起因する患者数の推定

食品安全委員会食品健康影響評価技術研究「定量的リスク評価の有効な実践と活用のための数理解析技術の開発に関する研究」における分担研究「確率論的解析手法ならびに感度分析技術の開発」では、牛肉を、①喫食場所(飲食店又は家庭)で、②部位(牛肉又は内臓肉)及び③調理方法(生食又は加熱調理して喫食した場合)の組み合わせの合計 8 パターンについて、家庭及び飲食店に持ち込まれる牛肉の汚染率(厚生労働省「食品中の食中毒菌汚染実態調査(1999~2008)」)、切り落とし牛肉中 O157 汚染濃度(参照 70)、牛肉料理の喫食割合(参照 101)、食肉の生食頻度(参照 102)等に基づいて、一食当たりの食中毒発症リスクが推定されている(参照 106)。

食中毒統計や公表論文からは、牛肉の生食に由来する患者の割合の情報が得られなかったため、上記の研究の推定を評価に用いることとした。

喫食の 8 パターンそれぞれの年間喫食回数を一食当たり発症リスクに乗じると、各パターンによる一人当たり年間発症回数が算出される。これに日本の総人口を乗じると、各パターンの牛肉喫食によって発生する腸管出血性大腸菌患者数が推計される。上記の研究成果を活用し、牛肉の生食由来の発症者の割合を検討したところ、11.2 %であった。

なお、上記の研究における牛肉喫食による年間発症者数の推計中には、発症しても医療機関等で診断を受けずに顕在化しない発症者数を含むため、食中毒統計等と単純に比較出来ない点は留意が必要であるとされている。

感染症法に基づき実施された感染症発生動向調査によると、2001~2009 年の各年の腸管出血性大腸菌感染症報告数 2,999~4,617 件/年(平均 3,837 件/年)のうち、約 65%が有症者として報告されている(表 5 参照)。O157 による患者のうち、食品由来の割合は約 68%と推定されていることから(参照 107)、感染症発生動向調査

⁷ ICMSF : International Commission on Microbiological Specifications for Foods

で把握される食品由来の患者数は、毎年平均で約 1,700 人と推計される。

これら食品由来の患者がすべて牛肉の喫食に由来すると仮定し、家庭及び飲食店での牛肉の生食(ユッケなど)に起因する発症者数の割合 11.2%を当てはめると、約 1,700 人のうち、牛肉の生食により約 190 人の患者数が感染症法に基づいて報告されていると考えられる。

c. 患者発生数に基づくリスクの検討

用量反応関係は、摂取菌数の少ない領域では比例直線に近似できることが知られているため(参照 108)、牛肉の汚染濃度の低減割合が患者発生確率の低減割合と近似すると考えられる。患者発生数を年間 1 人未満とするためには、上記 b. の推定から、牛肉の汚染濃度を少なくとも 1/190 よりも低くする必要がある。

なお、上記は 2001~2010 年までの直近 10 年間の平均値に基づくものであり、年毎の変動やヒトの感受性の個体差等にも留意する必要がある。

d. 死者数に基づくリスクの検討

厚生労働省の食中毒統計では、現在報告された年間死者数は最大で 9 人であり、の家庭及び飲食店での牛肉の生食(ユッケなど)に起因する死者数の割合は、上記 b. の患者数の割合と同じと仮定し 11.2%を当てはめると、牛肉の生食(ユッケなど)に起因する死者は最大で年間 1 人と推定される。

このため、何らかのリスク低減措置により年間一人未満となるものと考えられる。

e. 文献情報に基づく検討

ICMSF では、米国における牛ひき肉パテ中の O157 のリスク評価及びサンプリングプランを紹介し、その中で FSO を設定している。この牛ひき肉パテにおける O157 としての FSO は不確実性の程度、比較的低い菌数での発症及び疾病の重篤性を反映させ、必要な安全域をもった(necessarily conservative)数値であることが重要であるとされている。示された FSO は、米国で商業的に製造・販売されている牛ひき肉パテ(1 個 125 g) 2 個中に 1 個以上の O157 が存在しないとの仮定に基づき、 $1 \text{ cfu}/250 \text{ g} = 0.004 \text{ cfu/g} = -2.4 \log \text{ cfu/g}$ としている。(参照 109)

【結論 1】

以上のことから、FSO は 0.04 cfu/g よりも小さな値であることが必要である。なお、ヒトの感受性の個体差や菌の特性にも留意する必要がある。

② 用量反応関数を適用して算出した発症確率による検証

発症確率の算出に当たり、ベータポアソンモデルには FSIS(2001) (参照 46)で用いられた $\alpha=0.157$, $\beta=9.17$ を採用し、指数関数モデルでは Nauta ら(2001)(参照 110)で用いられた $r=5.1 \times 10^{-3}$ を採用して計算した。

ベータポアソン formula: $P = 1 - (1 + D/\beta)^{-\alpha}$

指数関数 formula: $P = 1 - e^{-rD}$

ユッケ一食を 50 g とすると、ユッケ一食当たりの摂取菌数は、FSO が提案された 0.014 cfu/g の場合は 0.7 cfu/50 g となり、FSO が 0.04 cfu/g の場合は 2.0 cfu/50g となる。Carney ら(2006) (参照 70)のデータによれば、牛切り落とし肉における腸管出血性大腸菌汚染濃度は、O157 として最大汚染約 40 cfu/g 以下であることから、ユッケ一食当たりの菌数は最大約 2,000 cfu と考えられる。

これらの菌数を摂取した場合の発症確率を比較する(表 18)。

表 18

菌数	ベータポアソン	指数関数モデル
FSO(0.014 cfu/g) : 0.7 cfu/ 50g	0.011483	0.003564
FSO(0.04 cfu/g) : 2 cfu/50g	0.0305	0.010148
現状汚染上限値 : 2,000 cfu/50 g	0.57094	0.999963

現状汚染上限値から FSO(0.04 cfu/g)まで低減させることにより、ベータポアソンモデル及び指数関数モデルを用いて推定されたユッケ一食当たりのリスクはそれぞれ 1/18.7 及び 1/98.5 になり、FSO(0.014 cfu/g)まで低減させることにより、それぞれ 1/49.7 及び 1/280.6 になると算出された。

【結論 2】

以上のことから、0.014 cfu/g という FSO は、0.04 cfu/g という FSO よりも、3 倍弱のリスク低減効果があると考えられた。

(2) 提案された FSO から導き出した P0(0.0014 cfu/g)の評価

飲食店等におけるスライス等の工程において、交差汚染の発生確率や不適切な温度管理の発生確率及びどの程度の温度上昇が起こり得るかに関するデータはない。

Pathogen Modeling Program(Ver.7.0)のモデルでは、O157 の Broth Culture⁸で、10℃、pH 6.5 の条件で、Lag phase⁹は 2.25 日、Generation time¹⁰は 0.22 日であり、1log の増殖に要する日数は 3 日と推定され、仮に室温 20℃と想定した場合でも、Lag phase は 6.6 時間、Generation time は 1.1 時間であり、1 log の増殖に要する日数は 10 時間と推定される。

小関が作成した Microbial Response Viewer によると、USDA-ARS Eastern Regional Research Center のデータとして O157 は 10℃の牛肉中で、1 log 増殖するのにかかる時間を 14～18 時間と推定している。一方、20℃では、7 時間で 3.11

⁸ Broth culture : 細菌を肉汁が入った液体培地で培養すること。

⁹ Lag phase : 細菌が新しい環境に適応し分裂を開始するまでの準備期間 (誘導期ともいう)。

¹⁰ Generation time : 細菌は 2 分裂で増えていくが、分裂から分裂までの時間を世代時間という。

log cfu $\sim$ 3.71 log cfu、同 3.2 log cfu $\sim$ 3.72 log cfu、3.14 log cfu $\sim$ 3.69 log cfu の増殖を示したと報告されている(参照 111)。

Ready-to-eat 肉製品表面上の O157 交差汚染の数理モデルに関する報告 (参照 99)で、O157 を 10^3 cfu 汚染させたハムからスライサーのブレードを介してハムに移行する菌数は $10^{1.3}=20$ cfu とされ、その比率は 2%となっている。

したがって、適正な衛生管理の下では、PO を達成できた生肉における菌数が 10 倍以上に増加する可能性は低いと考えられる。

【結論 3】

FSO の 1/10 を PO とすることは、適正な衛生管理の下では、相当の安全性を見込んだものと考えられる。

(3)規格基準案により 0.0014 cfu/g という P0 が達成できるかどうかについての評価

① 生食用牛肉に関する加工基準及び成分規格の意義

評価対象食品は、牛肉において全く加熱殺菌処理を受けていない「生」の部分である。そのため、ローストビーフや加熱ハムなど加熱加工を前提とする食肉製品に対して、微生物学的安全性を担保するための規格基準とは根本的に異なる。今回の加工基準に示された表面加熱の意図するところは、適切な殺処理を行った牛枝肉の微生物汚染は主に表面汚染によるものであることから、その表面汚染を加熱殺菌処理により管理し喫食部の微生物レベルの低減を担保しようとするものと考えられる。加工過程の最上流である枝肉からの分割時に加熱処理を行うことにより、より高い効果を期待しているものと考えられる。加工基準では、表面の微生物汚染を除去・管理する条件を検証し、達成可能と思われる加熱処理を提案している。生食用牛肉について、表面から 10 mm 深い位置が 60℃、2 分間以上加熱される処理は、安全性を向上させるために現実的に実行可能な処理と思われるが、そのみで生食する部分の微生物汚染レベルの低減を直接担保しているわけではなく、適切に、微生物検査による検証を併せ行うべきである。

厚生労働省資料 4 (参照 112)によると、解体後 4 日目の牛肉に 10^4 又は 10^6 の O157 を接種した場合、菌の浸潤は表面及び表面から 0 $\sim$ 5 mm までの間に限局し、表面から 10 mm 以下からは検出されていない。しかし、解体後 2 週間目の牛肉に 10^6 の O157 を接種した場合、1 MPN/cm³ 未満の菌が表面から 10 $\sim$ 15 mm で検出されていた。ほとんどの菌は 5 mm までに限局するものの、高濃度汚染の場合には表面から約 10 mm 下まで検出された。このため、と殺後の保存期間・保存条件について考慮する必要がある。

しかし、10 mm より深い位置では、表面の菌数より $1/10^3\sim 1/10^4$ にまで菌数が減少している。さらに、表面から 10 mm 深い位置が 60℃、2 分間加熱される条件下(Pathogen Modeling Program(Ver.7.0)のモデルでは牛肉中の O157 の 60℃における 1 log reduction に要する時間は 1.6 分と推定している。)では、10 mm の位置での菌数が、表面接種菌数 $2.1\sim 2.2\times 10^4$ に比してかなりの確率で $1/10^4$ 未満まで減少していたと考えられる。したがって、この条件での表面加熱を行うと、アイル

ランドの報告と同じ表面汚染菌数レベル(最大汚染約 40 cfu/g 以下)であれば、かなりの確率で生食する部分において約 0.004 cfu/g 以下になっていると推定することができる。加えて、表面加熱により、表面切り取り時の表面汚染菌による交差汚染を防ぐことが出来ると思われる。

ただし、肉の形状によっては、この実験条件とは異なり、さらに大量の菌が肉の深部まで浸潤することも想定され、また、肉の脂肪等の組成や新鮮度によっても必ずしも同等の菌数減少効果が得られない可能性もあることから、こうした場合にも十分な菌数減少効果を得るためには、他の加工基準や成分規格との適切な組み合わせが必要となる。

厚生労働省資料(参照 113)によると、成分規格の指標を *Enterobacteriaceae* とした場合、腸管出血性大腸菌と *Enterobacteriaceae* の存在比(1:100)を考慮すると、*Enterobacteriaceae* に換算した PO は $-0.85 \log \text{cfu/g}$ となる。

なお、*Enterobacteriaceae* は、分類用語では腸内細菌科を示す。グラム陰性桿菌、カタラーゼ陽性、オキシダーゼ陰性、ブドウ糖を発酵的に利用可能な細菌の集団である。腸内細菌科には、大腸菌などの腸管常在細菌とサルモネラ属菌、赤痢菌など多くの腸管感染症の起因細菌が含まれる。一方、ISO 21528-1 及び 21528-2 試験法における *Enterobacteriaceae* は、Violet red bile glucose(VRBG)寒天培地に集落を形成し、ブドウ糖を発酵的に利用可能でオキシダーゼ陰性の菌群と定義されている。主にヨーロッパを中心に、と畜場における牛、豚、羊、山羊及び馬のと体(枝肉)の工程衛生管理指標として用いられている。検出上限値を超えた場合は、と畜場内衛生管理の向上と作業工程の見直しが行われる。コーデックスでも、乳児用調製粉乳の工程管理の衛生指標として採用されている。妥当性の確認された検査法がある等、可能であれば病原微生物をそのまま指標にすることもあり得る。

しかし、今回の事例では、腸管出血性大腸菌については、網羅的に検査でき、かつ国際的にも妥当性が確認された検査法がないこと、及び病原菌を直接検査する場合、PO を満たすことを確認するための検体数が膨大になることが考えられた。

Enterobacteriaceae は、糞便汚染に加え、サルモネラ属菌及び腸管出血性大腸菌の汚染の指標としても有用である。国内では糞便汚染指標として、大腸菌、糞便系大腸菌群、大腸菌群等も使われているが、これらの試験法では、サルモネラ属菌を検出することは出来ない。また、衛生指標として一般細菌数を用いることがあるが、対象となる菌が広範であるため、糞便汚染の指標としては一般的ではないと考えられる。

腸管出血性大腸菌と *Enterobacteriaceae* の存在比(1:100)は、Carney ら(2006)の牛頭部肉の腸管出血性大腸菌と *Enterobacteriaceae* の最大濃度が 10 cfu/g 及び 1,000 cfu/g であることを考慮したと厚生労働省は説明している。また、Crowley ら(2005)によるアイルランドのミンチされた牛肉製品 43 検体の腸管出血性大腸菌と *Enterobacteriaceae* の検討(参照 114)では、稀に、腸管出血性大腸菌数が *Enterobacteriaceae* の菌数に近い場合もあるが、平均値はそれぞれ、 $0.88 \log \text{cfu/g}$ と $3.44 \log \text{cfu/g}$ であり、この平均値の差は約 $2.55 \log \text{cfu/g}$ (1:355)であった。

② PO が達成されるかどうかに関する評価

規格基準案の成分規格(1)においては「生食用食肉は、検体 25 g につき腸内細菌科菌群(*Enterobacteriaceae*)が陰性であること。」とされ、採取される検体数が明記されていない。

ケース 1. 検体数が規定されない場合

検体数を含むサンプリングプランが示されないと、対象製品と PO との定量的な微生物学的相関が定義できない。

【結論 4】

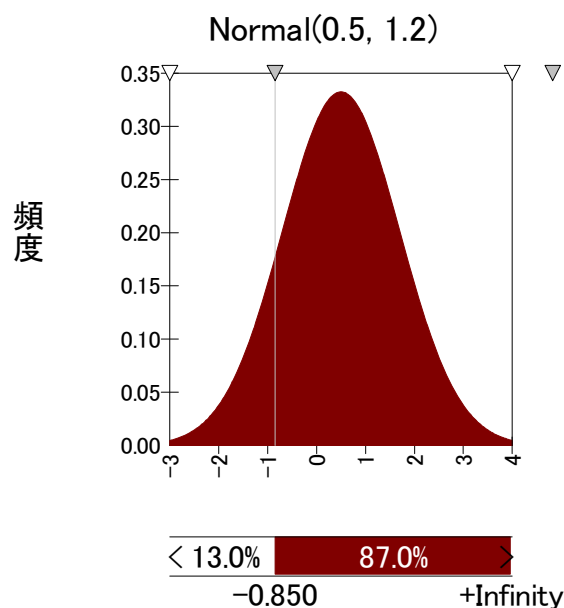
何らかの形で検体数が規定されなければ、リスク低減の程度は評価できず、成分規格によって PO が達成されるかどうかは確認できない。

ケース 2. 例えば、検体数が 1 の場合

厚生労働省資料(参照 115)によると、検体 25 g を 1 検体採取し *Enterobacteriaceae* が陰性というサンプリングプランにより、ほぼ確実に摘出される(すなわち 95%不合格率)ロットの平均 *Enterobacteriaceae* 汚染濃度は、0.5 log cfu/g すなわち 3 cfu/g である。

食品中の微生物の分布は過去の微生物検査データに基づき、対数正規分布することが知られており、標準偏差は均一な食品では 0.4 log cfu/g、やや均質性が欠ける食品では 0.8 log cfu/g、さらに不均一な食品の場合にはより大きな標準偏差(例えば 1.2 log cfu/g)を用いることが推奨されている(参照 116, 117)。今回の対象食品の対象菌の汚染及び濃度の均一性並びに種々の加工施設が対象となることを考えた場合、以下の計算において、標準偏差 1.2 log cfu/g を採用した。

PO を O157 として 0.0014 cfu/g と仮定した場合、*Enterobacteriaceae* に換算すると 0.14 cfu/g($= -0.85 \log \text{cfu/g}$)になるため、下図のように、このロット内の 87% の部分は PO を上回ることになる。この場合、ロットの分布は、平均値は 3 cfu/g であるが、確率は低いが *Enterobacteriaceae* として 1,000 cfu/g、腸管出血性大腸菌とサルモネラ属菌に換算すると 10 cfu/g が存在し、発症した事例の存在する 2~9 cfu/人を超える事例も想定し得る。



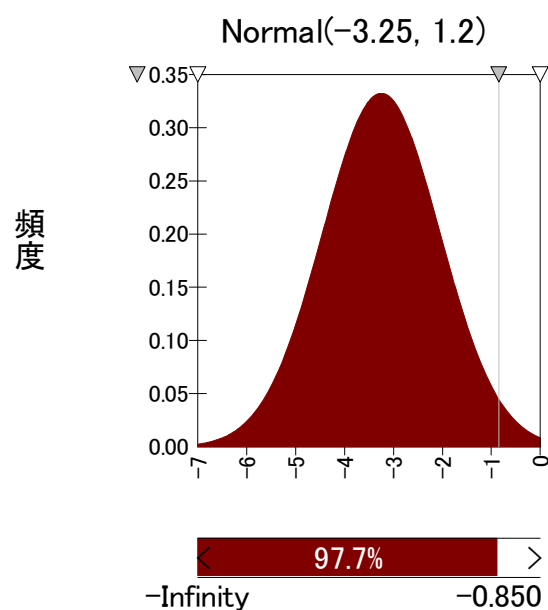
菌数 (log cfu)

【結論 5】

例えば、検体数が 1 の場合、PO は全く達成できない。

ケース 3. 97.7%(標準偏差(1.2 log cfu/g と仮定)の 2 倍の範囲)で PO を達成していることを 95%の信頼性で確認する場合

PO を O157 として 0.0014 cfu/g と仮定した場合、検体数 25 のとき、この製品の 97.7%(標準偏差(1.2 log cfu/g と仮定)の 2 倍の範囲)は Enterobacteriaceae に換算した PO(0.14 cfu/g = -0.85 log cfu/g)を下回るが、検体数 24 のときは、標準偏差の 2 倍の範囲(=97.7%)を満たせない(97.6%)。(参照 118)



菌数 (log cfu)

【結論 6】

25 検体以上が陰性であれば、提案された PO が 97.7%(標準偏差(1.2 log cfu/g と仮定)の 2 倍の範囲)の確率で達成されることが 95%の信頼性で確認できると評価した。

③ 規格基準案の加工基準により PO が達成されるかどうかに関する評価

規格基準案の加工基準の(6)「加工に使用する肉塊は、凍結させていないものであって、衛生的に枝肉から切り出すこと」は、と畜場法に基づき定められる衛生基準を満たしたと畜場から出荷された後、最も早い枝肉の段階で、生食用食肉を他の用途の食肉と区分して切り出す点が特徴であると考えられる。このことは、生食用食肉の取扱い、フードチェーンのできる限り上流から衛生的に管理されなければならないという理念を反映したものであると考えられた。

一方、規格基準案の加工基準の(7)「(6)の処理を行った肉塊は、速やかに、気密性のある清潔で衛生的な容器包装に入れ、密封した後、肉塊の表面から 1 cm 以上の深さを 60°で 2 分間以上加熱する方法又は同等以上の効力を有する方法による加熱殺菌を行うこと」は、厚生労働省の行った、解体後 4 日目の検体を用いた実験の範囲では、生食部分までの菌の浸透は認められていなかった。

しかしながら、生食として喫食される部分は、加熱による殺菌効果が期待できない部分である。この加工基準にはリスク低減効果はあるものの、前述((3) ①)のように必ずしも常に効果が得られない可能性があることから、加工基準のみによって生食部の PO が達成されていることを完全には担保することはできず、上記結論 6 に示した微生物検査との組み合わせが必要となる。また、加熱の方法の決定を含む加工工程システムを設定する際には、当該加工工程システムによる食品衛生管理が適切に行われることについて、あらかじめ妥当性確認(validation)がなされることが不可欠であることに留意する必要がある。

【結論 7】

この加工基準のみによるリスク低減効果はあるものの、必ずしも常に効果が得られない可能性があることから、これのみでは生食部の PO が達成されていることを完全には担保することはできず、上記結論 6 に示した微生物検査との組み合わせが必要となる。また、加熱の方法の決定を含む加工工程システムを設定する際には、当該加工工程システムによる食品衛生管理が適切に行われることについて、あらかじめ妥当性確認(validation)がなされることが不可欠であることに留意する必要がある。

V. 食品健康影響評価(まとめ)

上記IV.4.(1)～(3)から、専門調査会では生食用食肉(牛肉)における腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌について以下のように結論する。

1. 腸管出血性大腸菌又はサルモネラ属菌としての摂食時安全目標値(FSO)は、我

が国の既知の食中毒の最少発症菌数から推測すると、0.04 cfu/g よりも小さな値であることが必要であり、かつ、FSO の設定においては、ヒトの感受性の個体差や菌の特性にも留意する必要があると考えられた。現時点で得られている知見からは、提案された FSO(0.014 cfu/g)は、FSO を 0.04 cfu/g とした場合よりも、3 倍程度安全側に立ったものであると評価した。

2. FSO の 1/10 を達成目標値(PO)とすることは、適正な衛生管理の下では、相当の安全性を見込んだものと評価した。
3. 規格基準案の加工基準に関し、生食用食肉の取扱いはフードチェーンのできる限り上流から衛生的に管理されなければならないという理念に基づくものと考えられる。提案された加工基準のみでもリスク低減効果はあるものの、必ずしも常に効果が得られない可能性があることから、加工基準のみによって生食部の PO が達成されていることを完全には担保することはできず、4. に示す微生物検査との組み合わせが必要となる。
4. 何らかの形で検体数が示されなければ、成分規格を設定してもリスク低減の程度の確認はできない。Enterobacteriaceae を微生物検査の対象とする場合、25 検体(1 検体当たり 25 g の場合)以上が陰性であれば、提案された PO が 97.7% (標準偏差(1.2 log cfu/g と仮定)の 2 倍の範囲)の確率で達成されることが 95%の信頼性で確認できると評価した。なお、加熱の方法の決定を含む加工工程システムを設定する際には、当該加工工程システムによる食品衛生管理が適切に行われることについて、あらかじめ妥当性確認(validation)がなされることが不可欠であることに留意する必要がある。

VI. 今後の課題

今回の食品健康影響評価は緊急性等にかんがみ、限られたデータの範囲で、フードチェーンの一部を対象としたリスク評価を極めて短時間で行わざるを得なかった。今後、さらに詳細な食品健康影響評価を行う場合には、以下のようなデータの収集及び研究開発等が必要である。

- ①日本の市販肉における腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌の汚染濃度のデータ
- ②加熱条件等の加工条件による定量的なリスク低減効果に関するデータ
- ③O157 以外の腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌の病原性及び疫学のデータ
- ④腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌の分離・検出法の開発
- ⑤関連するリスク評価手法の研究・開発

今後、小児、高齢者など感受性の高い集団や菌の特性に関する新たな知見が得られたときには、その知見に応じた適切な対応が早急にとられることが求められる。

また、生産段階を含むフードチェーン全体の中で、汚染率及び菌数を効果的に低減することができる方策を検討すべきである。

<略語一覧>

略語	名称
BP	ベータポアソンモデル
cfu	コロニーフォーミングユニット(菌数の単位)
<i>E.coli</i>	大腸菌
EHEC	腸管出血性大腸菌
Exp	指数モデル
FSIS	米国農務省食品安全検査局
FSO	摂食時安全目標値
GLMMs	一般化線形混合モデル
HUS	溶血性尿毒症症候群
HyG	超幾何モデル
ISO	国際標準化機構
MPN	最確数
PO	達成目標値
S.E	サルモネラ・エンテリティディス
S.T	サルモネラ・ティフィムリウム
STEC	志賀毒素産生性大腸菌
Stx	志賀毒素
VT	ベロ毒素

< 参照 >

1. Commission Regulation (EC) No. 1441/2007 of 5 December 2007 amending Regulation (EC) No. 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs
2. Arthur T. M., Bosilevac J. M., Nou X., Shackelford S. D., Wheeler T. L., Kent M. P. et al. *Escherichia coli* O157 prevalence and enumeration of aerobic bacteria, *Enterobacteriaceae*, and *Escherichia coli* O157 at various steps in commercial beef processing plants. Journal of Food Protection 2004, vol. 67, no. 4, p. 658-665.
3. ICMSF. Micro-organisms in foods 5. Characteristics of microbial pathogens. 2003, p. 126-140.
4. 勢戸和子. A細菌感染症 4 *Escherichia coli*. 仲西寿男、丸山務 監修, 食品由来感染症と食品微生物. 2009, p. 281-296, 中央法規.
5. Doyle M. P., Schoeni J. L. . Survival and growth characteristics of *Escherichia coli* associated with hemorrhagic colitis. Applied and Environmental Microbiology 1984, vol. 48, no. 4, p. 855-856.
6. Osaili T., Griffis C. L., Martin E. M., Beard B. L., Keener A., Marcy J. A. 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, vol. 69, no. 5, p. 1080-1086.
7. Cabrera-Diaz E., Moseley T. M., Lucia L. M., Dickson J. S., Castillo A., Acuff G. R. Fluorescent protein-marked *Escherichia coli* biotype I strains as surrogates for enteric pathogens in validation of beef carcass interventions. Journal of Food Protection 2009, vol. 72, no. 2, p. 295-303.
8. Eblen D. R., Annous B. A., Sapers G. M. Studies to select appropriate nonpathogenic surrogate *Escherichia coli* strains for potential use in place of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* in pilot plant studies. Journal of Food Protection 2005, vol. 68, no. 2, p. 282-291.
9. ICMSF-International Commission on Microbiological Specifications for Foods. “14 *Salmonella*”. Micro-organisms in foods 5 : Characteristics of microbial pathogens. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 1996, p. 225-264.
10. ICMSF-International Commission on Microbiological Specifications for Foods. “7 Intestinally pathogenic *Escherichia coli*”. Micro-organisms in foods 5 : Characteristics of microbial pathogens. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 1996, p. 126-140.
11. 宮原美知子他. 調理用オーブンによるハンバーグ調理加熱での腸管出血性大腸菌 O157 の消長と関連要因. 防菌防黴学会第 27 回年次大会 2000 要旨集 P79.
12. Meng J. , Doyle M. P. , Zhao T. , Zhao S. . 12 Enterohemorrhagic *Escherichia coli*. Doyle M. P. , Beuchat L. R. . Food Microbiology : Fundamentals and Frontiers 3rd. edition. 2007, ASM Press.

13. 喜多英二. 病態への志賀毒素の役割. 化学療法の領域 2004, vol. 20, no. 9, p. 67-73.
14. 藤井潤. ペロ毒素に関する新たな知見. 化学療法の領域 2009, vol. 25, no. 5, p. 39-48.
15. Hussein H. S., Bollinger L. M. . Prevalence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in beef cattle. Journal of Food Protection 2005, vol. 68, no. 10, p. 2224-2241.
16. Reinstein S., Fox J. T., Shi X., Nagaraja T. G.. Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 in gallbladders of beef cattle. Applied and Environmental Microbiology 2007, vol. 73, no. 3, p. 1002-1004.
17. Grimont P. A. D. , Weill F. X. Antigenic formulae of the *Salmonella* serobars 9th ed. 2007, WHO Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*.
18. CCFH Working Group on Guidelines for control of Campylobacter and *Salmonella* spp. in broiler (young bird) chicken meat. Food safety risk profile for *Salmonella* species in broiler (young) chickens. 2007.
19. 田口真澄, 泉谷秀昌. “A 細菌感染症 1 *Salmonella*. ” 仲西寿男, 丸山務 監修, 食品由来感染症と食品微生物 2009, p.154-191, 中央法規出版.
20. Brackett R. E. , Schuman J. D. , Ball H.R. , Scouten A. J. Thermal inactivation kinetics of *Salmonella* spp. within intact eggs heated using humidity-controlled air. [Journal of Food Protection](#) 2001, vol. 64, no. 7, p. 934-938.
21. Aljarallah K. M., Adams M. R. Mechanisms of heat inactivation in *Salmonella* serotype Typhimurium as affected by low water activity at different temperatures. Journal of Applied Microbiology 2007, vol. 102, no. 1, p. 153-168.
22. WHO. Guidelines on prevention and control of Salmonellosis. 1983.
(http://whqlibdoc.who.int/hq/pre-wholis/VPH_83.42_%28p1-p66%29.pdf)
23. 品川邦汎, 関崎勉. “腸内細菌科と感染症 3) サルモネラ属”. 見上彪監修. 獣医微生物学 第2版. 文永堂出版, 2003, p60-63.
24. 財団法人 食品分析開発センター SUNATEC. サルモネラ属菌について.
(<http://www.mac.or.jp/mail/080901/04.shtml>)
25. 感染症発生動向調査週報 2009, 第35週、p. 15-16.
26. 病原微生物検出情報 2009, vol. 30, no. 5, p.1-5.
27. 病原微生物検出情報 2010, vol. 31, no. 6, p.1-21
28. 病原微生物検出情報 2011, vol. 32, no. 5, p.1-19
29. 富山県 News Relaease. 腸管出血性大腸菌による食中毒について(中間取りまとめ). 2011.
30. 国立医薬品食品衛生研究所安全情報部. ドイツの大腸菌 O104 アウトブレイク関連情報. (<http://www.nihs.go.jp/hse/food-info/microbial/O104.html>)

31. 小花光夫, 相楽裕子, 青木知信, 金龍起, 滝沢慶彦, 角田隆文 他. 『感染性腸炎の細菌の動向』－1996～2000 年における感染性腸炎研究会の調査成績より－. 感染症学雑誌. 2002, vol. 76, no. 5, p. 355-368.
32. 病原体検出情報. 最新の細菌検出状況・集計表.
(<http://idsc.nih.go.jp/iasr/virus/bacteria-j.html>)
33. 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 1997, vol. 46 no. 2, p. 104-112.
34. 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 O157:H7 による集団食中毒事例. 千葉衛研報告 1998, vol. 22, p. 31-34.
35. 病原微生物検出情報 1998, No. 10.
36. 病原微生物検出情報 1998, No. 9.
37. 平成 16 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安全性高度化推進事業『細菌性食中毒の予防に関する研究』（主任研究者 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 高鳥浩介, 2004.
38. 平成 18 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業『細菌性食中毒の予防に関する研究』（主任研究者 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 浩介, 2006.
39. RIVM report 257851003. Risk assessment of Shiga-toxin producing *Escherichia coli* O157 in steak tartare in the Netherlands, 2001.
40. FAO/WHO. "3.5.2 Epidemiological data summary and analysis". Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens : Microbiological risk assessment series, no. 2, technical report, 2002, p. 76-89.
41. D'Aoust J.-Y. Infective dose of *Salmonella* Typhimurium in cheddar cheese. American Journal of Epidemiology 1985, vol. 122, no. 4, p. 717-720.
42. Hockin J. C. , D'Aoust J.-Y. , Bowering D. , Jessop J. H. , Khanna B. , Lior H. , et al. An international outbreak of *Salmonella* Nima from imported chocolate. Journal of Food Protection 1989, vol. 52, no. 1, p. 51-54.
43. Bollaerts K., Aerts M., Faes C., Grijspeerdt K., Dewulf J., Mintiens K. Human Salmonellosis: Estimation of dose-illness from outbreak data. Risk Analysis 2008, vo. 28, no. 2, p. 427-440.
44. Teunis P. F. M., Kasuga F., Fazil A., Ogden I. D., Rotariu O. Strachan N. J. C. Dose-response modeling of *Salmonella* using outbreak data. International Journal of Food Microbiology 2010, vol. 144, p. 243-249.
45. Rhoades J. R., Duffy G., Koutsoumanis K. Prevalence and concentration of verocytotoxigenic *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* in the beef production chain: A review. Food Microbiology 2009, vol. 26, p. 357-376.
46. Risk assessment of the public health impact of *Escherichia coli* O157:H7 in

- ground beef (USDA/FSIS 2001).
47. Kobayashi H. , Shimada J. , Nakazawa M. , Morozumi T. , Pohjanvirta T. , Pelkonen S. , Yamamoto K. . Prevalence and characteristics of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* from healthy cattle in Japan. Applied and Environmental Microbiology 2001, vol. 67, no. 1, p. 484-489.
 48. Kobayashi H., Kanazaki M. , Ogawa T. , Iyoda S. , Hara-Kudo Y. . Changing prevalence of O-serogroups and antimicrobial susceptibility among STEC strains isolated from healthy dairy cows over a decade in Japan between 1998 and 2007. Journal of Veterinary Medical Science 2008, vol. 71, p. 363-366.
 49. Sasaki Y., Tsujiyama Y., Kusukawa M., Murakami M., Katayama S., Yamada Y. Prevalence and characterization of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157 and O26 in beef farms. Veterinary Microbiology 2011, vol. 150, p. 140-145.
 50. Fukushima H., Seki R. High numbers of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* found in bovine faeces collected at slaughter in Japan. FEMS Microbiology Letters, 2004, vol. 238, p. 189-197.
 51. Widiastih D. A., Ido N., Omoe K., Sugii S., Shinagawa K. Duration and magnitude of faecal shedding of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* from natural infected cattle. Epidemiology and Infections 2003, vol. 132, p. 67-75.
 52. Ogden I. D., MacRae M., Strachan N. J.C. Is prevalence and shedding of *E. coli* O157 in beef cattle in Scotland season? EFMS Microbiological Letters 2004, vol.233, p. 297-300.
 53. 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株の薬剤感受性. JVM 獣医畜産新報 2009, vol. 62, p. 807-811.
 54. Meat and meat products. Microorganisms in foods 6, 2nd ed., ICMSF, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, NY. 2005; p. 1-106.
 55. Asai T., Esaki H., Kojima A., Ishihara, K., Tamura, Y., Takahashi T. Antimicrobial resistance in *Salmonella* isolates from apparently healthy food-producing animal from 2000 to 2003: the first stage of Japanese veterinary antimicrobial resistance monitoring (JVARM). Journal of Veterinary Medical Science 2006, vol. 68, p. 881-884.
 56. 平成 10 年度厚生科学研究費補助金 生活安全総合研究事業『食肉・食鳥処理における微生物コントロールに関する研究』（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.
 57. 平成 11 年度厚生科学研究費補助金 生活安全総合研究事業『食肉・食鳥処理における微生物コントロールに関する研究』（主任研究者 品川邦汎）：分担研究「2. ii. 腸管出血性大腸菌 O157 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 品川邦汎, 1999.

58. 平成 15 年度厚生労働科学研究費補助金 食品安全確保研究事業『食品を介する家畜・家禽疾病のヒト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）：分担研究「志賀毒素産生大腸菌(*Shiga toxin-producing Escherichia coli*)の自然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.
59. 平成 16 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安全性高度化推進研究事業『ウシ由来腸管出血性大腸菌 O157 の食品汚染制御に関する研究』（主任研究者 朝倉宏）：「(1)ウシ由来 O157 の汚染実態に関する分子疫学的検討」, 2004.
60. 平成 16 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安全性高度化推進研究事業『食品製造の高度衛生管理に関する研究』（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研究」, 2004.
61. 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 2006, vol. 9-1, p.16-17.
62. 平成 17 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業『食品製造の高度衛生管理に関する研究』（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研究」, 2005.
63. 平成 12 年度厚生科学研究費補助金 生活安全総合研究事業『食肉・食鳥処理における微生物コントロールに関する研究』（主任研究者 品川邦汎）, 2000.
64. Puyalto C., Colmin C., Laval A. *Salmonella typhimurium* contamination from farm to meat in adult cattle. Descriptive study. Veterinary Research 1997, vol. 28, p. 449-460.
65. 山田 享、河野喜美子、八木利喬. 宮崎県における家畜、食肉・食鳥処理場の汚水、鶏肉および河川水の *Salmonella corvallis* 汚染実態調査. 日本食品微生物学会雑誌 2003、vol. 20, no. 3, p. 105-110.
66. Ishihara K., Takahashi T., Moroka A., Kojima A., Kijima M., Asai T. et al. National surveillance of *Salmonella enterica* in food-producing animals in Japan. Acta Veterinaria Scandinavica 2009, vol. 51, p. 35-39.
67. 大饗英章、岡田和子、芝 美和、田中 博. A と畜場に搬入された牛、豚のサルモネラ保菌状況と血清型. 平成 14 年度日本獣医公衆衛生学会講演要旨集.
68. 森田幸雄、壁谷英則、石岡大成、阪脇廣美、長井 章、鈴木宣夫 他. 家畜および市販ひき肉における *Arcobacter*、*Campylobacter*、*Salmonella* の分布状況. 日本獣医師会雑誌 2004 年、vol. 57、no. 6、p. 393-397.
69. Fegan N., Vanderlinde P., Higgs G., Desmarchelier P. Quantification and prevalence of *Salmonella* in beef cattle presenting at slaughter. Journal of Applied Microbiology 2004, vol. 97, p. 892-898.
70. Carney E., O'Brien S. B., Sheridan J. J., McDowell D. A., Blair I.S., Duffy G. Prevalence and level of *Escherichia coli* O157 on beef trimmings, carcasses and boned head meat at a beef slaughter plant. Food Microbiology 2006, vol. 23, no. 1, p. 52-59.
71. 品川邦汎、とちく場における高度衛生管理の確立のための病原体汚染実態調査(と

畜場搬入牛の O26、O157、サルモネラ保菌調査)、平成 16 年度研究、厚生労働省食品の安心・安全確保推進研究事業、文献番号 200401131A.

72. Hogue A. T., Dreesen D. W., Green S. S., Ragland R. D., James W. O., Bergeron E. A. et al. Bacteria on beef briskets and ground beef: correlation with slaughter volume and antemortem condemnation. *Journal of Food Protection* 1993, vol. 56, p. 110-119.
73. Lammerding A. M., Garcia M. M., Mann E. D., Robinson Y., Dorward W. J., Truscott R. B. et al. Prevalence of *Salmonella* and thermophilic *Campylobacter* in fresh pork, beef, veal and poultry in Canada. *Journal of Food Protection* 1988, vol. 51, p. 47-52.
74. Vanderlinde P. B., Shay B., Murray J. Microbiological quality of Australian beef meat and frozen bulk packed beef. *Journal of Food Protection* 1998, vol. 61, p. 437-443.
75. Ghafir Y., China B., Korsak N., Dierick K., Collard J.-M., Godard C. et al. Belgian surveillance plans to assess changes in *Salmonella* prevalence in meat at different production stages. *Journal of Food Protection* 2005, vol. 11, no. 11, p. 2269-2277.
76. Bosilevac J. M., Arthur T. M., Bono J. L., Brichta-Harhay D. M., Kalchayanand N., King D. A. et al. Prevalence and enumeration of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* on U. S. Abattoirs that process fewer than 1,000 head of cattle per day. *Journal of Food Protection* 2009, vol. 72, n. 6, p. 1272-1278.
77. Hussein H. S., Bollinger L. M.. Prevalence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in beef. *Meat Science* 2005, vol. 71, p. 676-689.
78. 厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課 平成 11 年度～20 年度食品の食中毒菌汚染実態調査の結果.
79. Hara-Kudo Y., Niizuma J., Goto I., Iizuka S., Kaji Y., Kamakura K. et al.. Surveillance of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in beef with effective procedures, Independent of Serotype. *Foodborne Pathogens and Disease* 2008, vol. 5, no. 1, p. 97-103.
80. Tuttle J., Gomez T., Doyle M. P., Wells J. G., Zhao T., Tauxe R. V., 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. *Epidemiology and Infections* 1999, vol. 122, p. 185-192.
81. Fukushima H., Hoshina K., Nakamura R., Ito Y. Raw beef, pork and chicken in Japan contaminated with *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *Tersinia enterocolitica*, and *Clostridium perfringens* – A comparative study. *Zentralbl Bakteriell Mikrobiol Hyg B* 1987, vol. 184, no. 1, p. 60-70.
82. 久門勝利、内村真佐子、依田清江、横山栄二、小岩井健司. 市販食品（生食用野菜、食肉、イカ乾燥品および加工食品）の細菌汚染実態調査—1999 年度. 千葉県

- 衛生研究所報告 2000 年、vol. 24、p. 31-34.
83. 土井りえ、小野一晃、斉藤章暢、大塚佳代子、柴田 穰、正木宏幸. 市販食肉におけるサルモネラとリステリアの汚染状況. 日本獣医師会雑誌 2003 年、vol. 56、no.3、p. 167-170.
84. 池田徹也、森本 洋、玉手直人、清水俊一、熊田洋行、駒込理佳 他. 食品の食中毒汚染実態調査. 北海道立衛生研究所報告 2007 年、vol. 57、p. 73-75.
85. Gill C. O. Effects on the microbiological condition of product of decontaminating treatments routinely applied to carcasses at beef packing plants. Journal of Food Protection 2009, vol.72, no. 8, p. 1790-1801.
86. Castillo A., Lucia L. M., Goodson K. J., Savell J. W., Acuff G. R. Decontamination of beef carcass surface tissue by steam vacuuming alone and combines with hot water and lactic acid sprays. Journal of Food Protection 1999, vol. 62, no. 2, p. 146-151.
87. Bosilevac J. M., Nou X., Barkocy-Gallagher G. A., Arthur T. M., Koohmaraie M. Treatments using hot water instead of lactic acid reduce levels of aerobic bacteria and *Enterobacteriaceae* and reduce the prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 on preevisceration beef carcasses. Journal of Food Protection 2006, vol. 69, no.8, p. 1808-1813.
88. Mendonca A. F., Amoroso T. L., Knabel S. J. Destruction of gram-negative food-borne pathogens by high pH involves disruption of the cytoplasmic membrane. Applied Environmental Microbiology 1994, vol. 60, p. 4009-4014.
89. Castillo A., Lucia L. M., Goodson K. J., Savell J. W., Acuff G. R. Comparison of water wash, trimming, and combines hot water and lactic acid treatments for reducing bacteria of fecal origin on beef carcasses. Journal of Food Protection 1998, vol. 61, no. 7, p. 823-828.
90. Woody J.-M., Walsh R. A., Doores S., Henning W. R., Wilson R. A. Knabel S. J. Role of bacterial association and penetration on destruction of *Escherichia coli* O157:H7 in beef tissue by high pH. 2000, Journal of Food Protection, vol. 63, no. 1, p. 3-11.
91. De Zuniga A. G., Anderson M. E., Marshall R. T., Iannotti E. L. A model system for studying the penetration of microorganisms into meat. 1991, Journal of Food Protection, vol. 54, p. 256-258.
92. 森田幸雄、新井芳典、嶋村真理、鮫島昭子、庄司和人、清水静一 他. と畜処理におけるナイフの消毒時間の検討と HACCP システム導入食肉処理場の枝肉の衛生状況. 日本獣医師会雑誌、2001、vol.54、p.387-390.
93. Goulter R. M., Dykes G. A., Small A. Decontamination of knives used in the meat industry: effect of different water temperature and treatment time combinations on the reduction of bacterial numbers on knife surfaces. Journal of Food Protection, 2008, vol.71, no.7, p.1338-1342.
94. Samelis J., Sofos J. N., Kendall P. A., Smith G. C. Fate of *Escherichia coli*

- O157:H7, *Salmonella Typhimurium* DT 104, and *Listeria monocytogenes* in fresh meat decontamination fluids at 4 and 10°C. *Journal of Food Protection*, 2001, vol. 64, no. 7, 950-957.
95. Cutter C. N., Dorsa W. J., Handie A., Rodriguez-Morales S., Zhou X., Breen P. J. et al. Antimicrobial activity of cetylpyridinium chloride washes against pathogenic bacteria on beef surfaces. *Journal of Food Protection* 2000, vol. 63, no. 5, p. 593-600.
 96. 水上健一、川合修三、黒澤 肇、森田幸雄、小畑 敏、加藤政彦 他. 焼肉店を原因施設とした腸管出血性大腸菌 O157 食中毒事例. *群馬医学* 2008, vol.87, p.49-52.
 97. 和田洋之、田邊英子、平山裕子、中嶋 洋、畑ますみ、前野祥子他. 焼肉用生肉等の汚染実態調査結果について. *食品衛生研究* 2002、vol. 52, no. 7, p. 73-80.
 98. 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 工藤由起子, 2008.
 99. Sheen S., Hwang C.-A. Mathematical modeling the cross-contamination of *Escherichia coli* O157:H7 on the surface of ready-to-eat meat product while slicing. *Food Microbiology* 2010, vol. 27, p. 37-43.
 100. 生食用食肉を取り扱う施設に対する緊急監視の結果について（プレスリリース）. 平成 23 年 6 月 14 日. 厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課.
 101. 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)国際医学情報センター, 2007.
 102. 第 23 回アンケート「食の安全・安心確保」・埼玉県ホームページ、(<http://www.pref.saitama.lg.jp/page/enquete23.html>)
 103. 磯部順子、清水美和子、嶋 智子、木全恵子、金谷潤一、倉田 毅 他. 腸管出血性大腸菌感染症の原因と考えられる食肉の生食に関する実態調査. *日本食品微生物学会雑誌* 2010, vol.27, no.3, p.146-151
 104. 内閣府食品安全委員会事務局 平成 22 年度食品健康影響評価技術研究「定量的リスク評価の有効な実践と活用のための数理解析技術の開発に関する研究」(課題番号：0805)，分担研究：半定量的および定性的リスク評価技術の分析，分担研究者：山本昭夫，2010.
 105. Evaluating Risks and Establishing Food Safety Objectives. *Microorganisms in foods* 7, 2nd ed., ICMSF, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, NY. 2010, p. 23-43.
 106. 内閣府食品安全委員会事務局 平成 22 年度食品健康影響評価技術研究「定量的リスク評価の有効な実践と活用のための数理解析技術の開発に関する研究」(課題番号：0805)，分担研究：確率論的解析手法ならびに感度分析技術の開発，分担研究者：長谷川 専，2010.
 107. Scallan E., Hoekstra R. M., Angulo F. J., Tauxe R. V., Widdowson M.-A.,

- Roy S. L. et al. Foodborne illness acquired in the United States —Major pathogens. *Emerging Infectious Diseases* 2011, vol. 17, no. 1, p.7-15.
108. WHO Hazard Characterization for Pathogens in Food and Water, Guidelines. 2003.
109. *E. coli* O157:H7 in Frozen Raw Ground Beef Patties. *Microorganisms in foods 7*, 2nd ed., ICMSF, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, NY. 2010, p. 313-332.
110. Nauta M. J., Evers E. G., Takumi K., Havelaar A. H. Risk Assessment of Shiga-toxin Producing *Escherichia coli* O157 in Steak Tartare in the Netherlands. RIVM report 257851003/2001.
111. Microbial Response Viewer
(<http://mrv.nfri.affrc.go.jp/Default.aspx#/About>)
112. 腸管出血性大腸菌 O157 の牛肉内浸潤と加熱処理による低減効果に関する検討、生労働省食品安全部基準審査課
113. 生食用食肉に係る安全性確保対策について（案）、平成 23 年 7 月、厚生労働省食品安全部基準審査課
114. Crowley H., Cagney C., Sheridan J. J., Anderson W., McDowell D. A., Blair I. S., et al. Enterobacteriaceae in beef products from retail outlets in the Republic of Ireland and comparison of the presence and counts of *E. coli* O157:H7 in these products. *Food Microbiology* 2005, vol. 22, p. 409-414.
115. 春日文子、生食用食肉に係る微生物規格基準案の考え方。平成 23 年 7 月 6 日、厚生労働省食品衛生合同部会資料
116. Van Schothorst M., Zwietering M. H., Ross T., Buchanan R. L., Cole M. B. ICMSF (2009) Relating microbiological criteria to food safety objectives and performance objectives. *Food Control* 2009, vol. 20, p. 967-979.
117. Appendix A, Sampling Considerations and Statistical Aspects of Sampling Plans. *Microorganisms in food*, No.8, ICMSF Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, NY. 2011, p. 355-400
118. NEWsampleplans2_05.xls in Microbiological sampling plans of ICMSF.
(<http://www.icmsg.org/>)

評価書表 1 に示した規格基準(案)の考え方(厚生労働省)

1. 基本的考え方

「生食用牛肉の規格基準」を作ることは、牛肉の生食を推奨するわけでも、また 100% の安全を担保するものでもない。牛肉の生食は基本的に避けるべきと啓発することが、引き続き、厚生労働省のスタンスである。したがって、流通している製品(牛肉)から特に高い汚染を持つ製品(牛肉)を排除するための規格ではなく、特に汚染の低い牛肉を生肉用として提供する場合の規格基準案であり、そのため、厳しい性格を備えるものである。

その他の食肉等のうち、牛内臓肉や鶏肉、豚肉の生食は、大きなリスクを持つことが推測される。今後、厚生労働省はそれらのリスクについて詳細に検討する予定であり、今回の規格基準案設定の対象としていないことは、決してそれらの生食が安全ということを意味するわけではない。

本来、リスク管理措置案の効果はリスク評価により評価されるべきものであるが、今回は、極めて迅速に規格基準設定を進める必要があることから、厚生労働省においては、簡略なリスク推定に基づき、規格基準の案を提案する必要があった。

今回は、国際的な食品安全に関する規格基準を策定しているコーデックス委員会が採用している、微生物規格基準に関する下記の文書を参照して、規格基準案が提案された。

- ・微生物規格(Microbiological Criterion: MC)に関する一般原則(1997)
- ・微生物学的リスク管理のための「数的指標(Metrics)」の導入(2007)

微生物学的リスク管理のための「数的指標(Metrics)」の導入(2007)においては、①摂食時点での微生物学的目標値として、FSO (Food Safety Objectives)(摂食時安全目標値)を設定すること、②フードチェーンのより上流での微生物学的目標値として、PO(Performance Objectives:達成目標値)を設定すること、③対象とする菌数の低減効果を PC(Performance Criteria:達成基準)により評価すること、④微生物学的リスク評価を用いた、食品中の数的指標と公衆衛生指標(リスク、ALOP^{*1})との関連付けが望ましいこと、の 4 点を挙げており、この手法を用いて簡略なリスク推定が行われた(図 1)。

^{*1} Appropriate level of sanitary protectionの略。健康および動植物衛生保護対策等により達成され、その国が適正であると認めるレベル

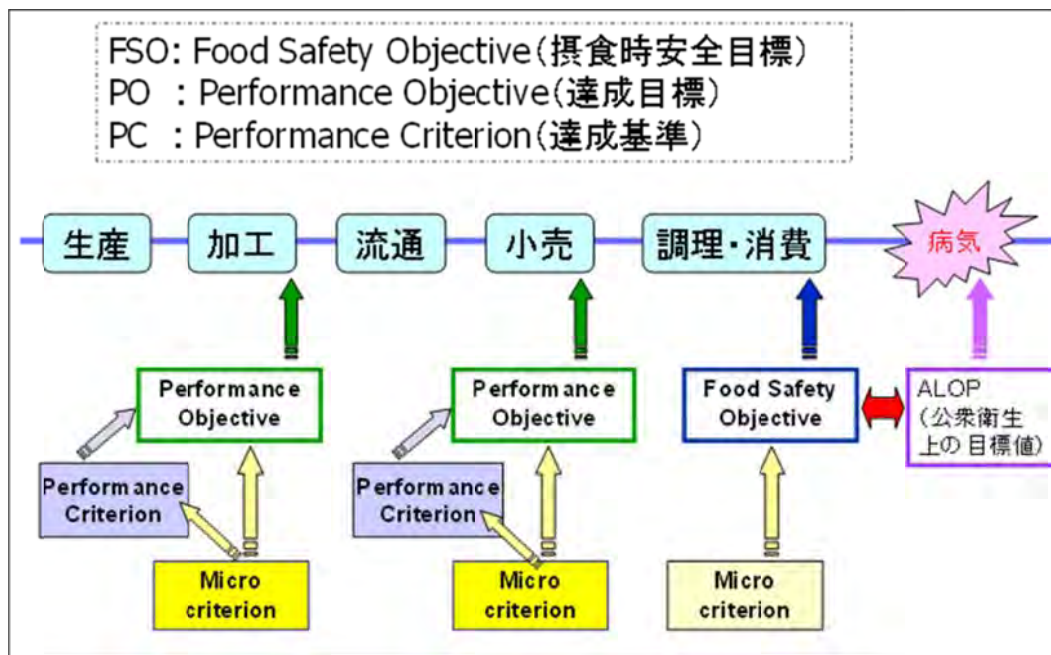


図1 数的指標FSO、PO、PCから微生物規格設定への流れ(参照1)

2. 摂食時安全目標値 (FSO) の設定

牛切り落とし肉における腸管出血性大腸菌汚染濃度は、O157として、5～40 cfu/g(幾何平均 14 cfu/g)である。(参照2)

1999年～2008年において、腸管出血性大腸菌による死者数は、年間10人未満であり(表2)、今回の推定においては、死者数を年1人未満とすることを目標とした。

死亡率が平均汚染濃度と比例すると仮定すれば、腸管出血性大腸菌汚染濃度を10分の1にし、さらに安全係数100により菌数を除することにより、ヒトが摂取しても安全な摂取菌数が求められる。具体的には、 $14 \div 10 \div 100 = 0.014 \text{ cfu/g} (= 1 \text{ cfu}/70 \text{ g})$ という計算により、これを腸管出血性大腸菌のFSOとする。独自のデータがないため、サルモネラ属菌についても同じ汚染濃度であり、かつ同じ毒性を有すると仮定する。

表2 腸管出血性大腸菌による死者数

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
人口動態統計	1	7	5	7	3	4	7	6	4	5
食中毒統計	0	1	0	9	1	0	0	0	0	0

3. 達成目標値 (PO)、達成基準 (PC) の設定

飲食店でスライスする際、二次汚染や温度管理の不備による増殖を、完全には防げず、むしろ、二次汚染による菌数の増加が起こることを想定すると、POはFSOの10分の1が適切と考えた。具体的には、 $0.014 \div 10 = 0.0014 \text{ cfu/g} (= 1 \text{ cfu}/700 \text{ g})$ という計算により、これを腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌のPOとし、フードチェー

ンの加熱工程終了後の段階に適用するものとする。PO は、当初の腸管出血性大腸菌又はサルモネラ属菌の汚染濃度である 14 cfu/g からは、4 対数個低い(1/10⁴)濃度となる。すなわち、PC は「4 対数個減少」となる。

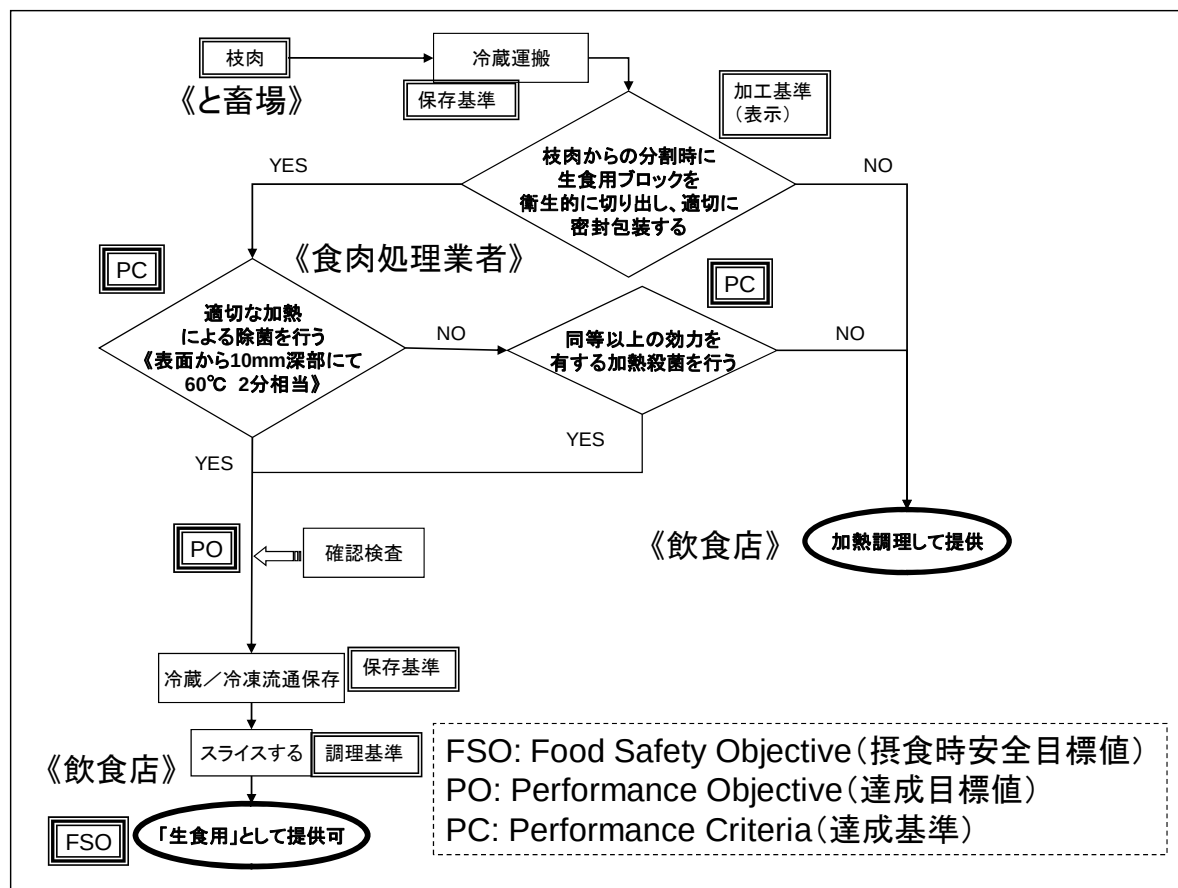


図2 規格基準案のフローチャート

4. 微生物規格 (MC) の設定

MC は、原則的として、食品製品又はあるロットの合否を規定するものであり、特定の試験法とサンプリングプランの使用条件下で認められる微生物濃度と汚染頻度の両者で構成される。そして、微生物の汚染は偏在しているため、汚染のない部分から検体が採取されると、そのロットは陰性として、汚染が見逃されることになる。すなわち、検体数(n)が小さい場合、微生物濃度が高くないと検査で見つけにくい(図3)。

MCを検討するに際しては、(1) 微生物(毒素)、(2) サンプリングプラン(二階級法・三階級法、1 ロットあたりの検体数、基準値、基準値を超してもロットを合格とする検体の数)、(3) 検査単位(一検体あたりの重量あるいは容量)、(4) 試験(検出)法、(5) フードチェーンにおいて適用される箇所、の5点について考慮する。

サンプリングプランには2種類あり、二階級法(Class 2)サンプリングプランでは、1 ロットからランダムに取り出される検体の個数(n)、基準値(m)、ロットを合格と判

定する基準となる不良検体の個数(n のうち、 m を超えてもよい検体数)(c)を決定する。三階級法 (Class 3) サンプルングプランでは、 n 、 c 、 m に加え、条件つき合格と判定する基準となる菌数限界(それ以上の菌数は不許可となる菌数)(M)を決定する (図 3～5)。

今回の規格基準案にある「検体 25 g につき腸内細菌科菌群が陰性」とは、「25g の検体に含まれる腸内細菌科菌群の数が少なく、検査によりほぼ確実に不合格(95%不合格率)となる菌数が PO のばらつきの範囲内にある」ことを指す。この規格基準案を満たすためには、相当数の検体を検査する必要がある (図 6)。

今回の規格基準案の設定にあたっては、以下の 3 点の仮定を置いた。

- ・ *Enterobacteriaceae*: 腸管出血性大腸菌は 100 : 1
- ・ MC により、最も汚染されているロットでも、その 97.7%(標準偏差の 2 倍値の範囲内に含まれる割合)が、PO の対数値を超えないようにする
- ・ ロット内汚染の標準偏差は 1.2 log cfu

上記の仮定に基づくと、PO は、*Enterobacteriaceae* として $0.0014 \text{ cfu/g} \times 100 = 0.14 \text{ cfu/g}$ であり、その対数値は -0.85 log cfu/g となる。すなわち、最も汚染されているロットの汚染平均値(μ)は、 $-0.85 - 2 \times 1.2 = -3.25 \text{ log cfu/g}$ となる (図 7)。

ロットの汚染平均値が -3.25 log cfu/g であるロットを 95%の確率で不合格とさせるサンプルングプランは、*Enterobacteriaceae* として、 $n = 25$ 、 $c = 0$ 、 $m < 1 \text{ cfu} / 25 \text{ g}$ 、 $M = \text{NA}$ となる。すなわち、1 検体あたり 25g の食肉 25 検体を検査してすべて陰性である場合を MC とした (表 3)。

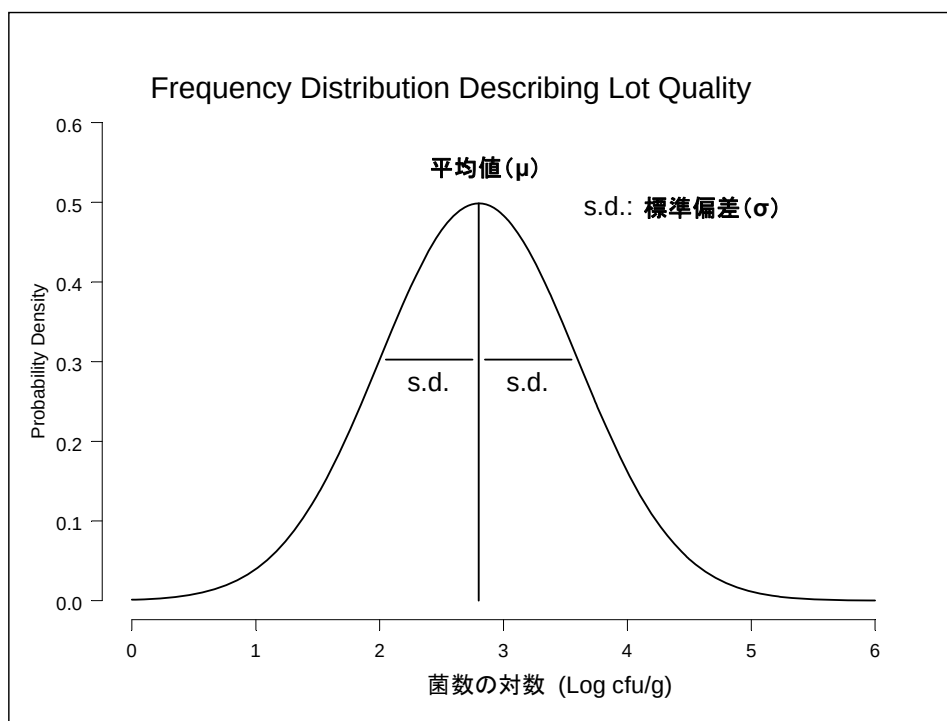


図3 微生物検査にあたっての前提：ロットの中での汚染のばらつき

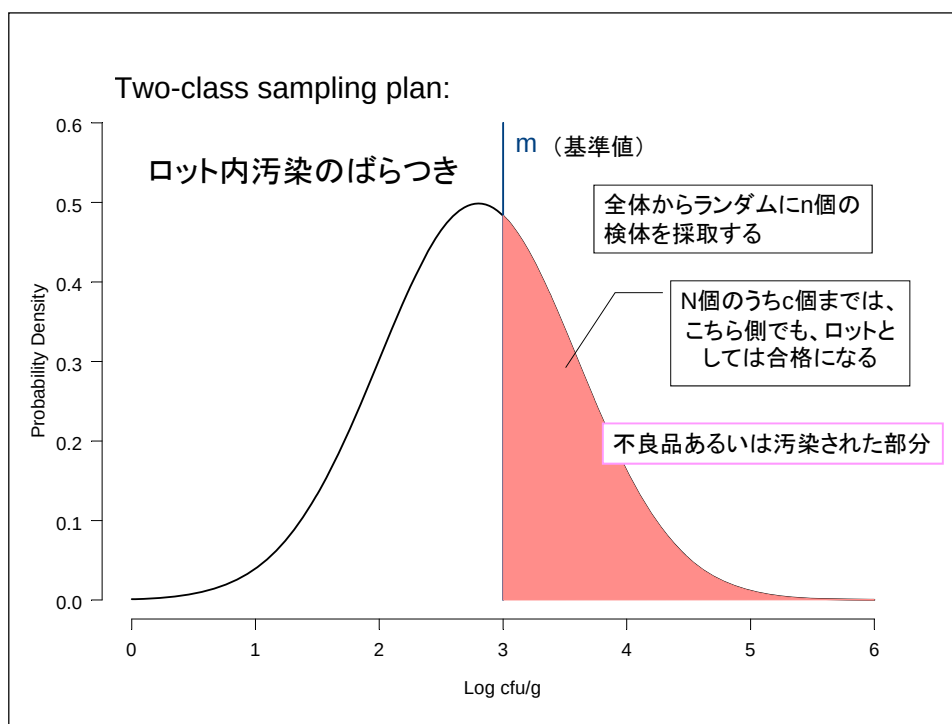


図4 二階級法サンプリングプラン

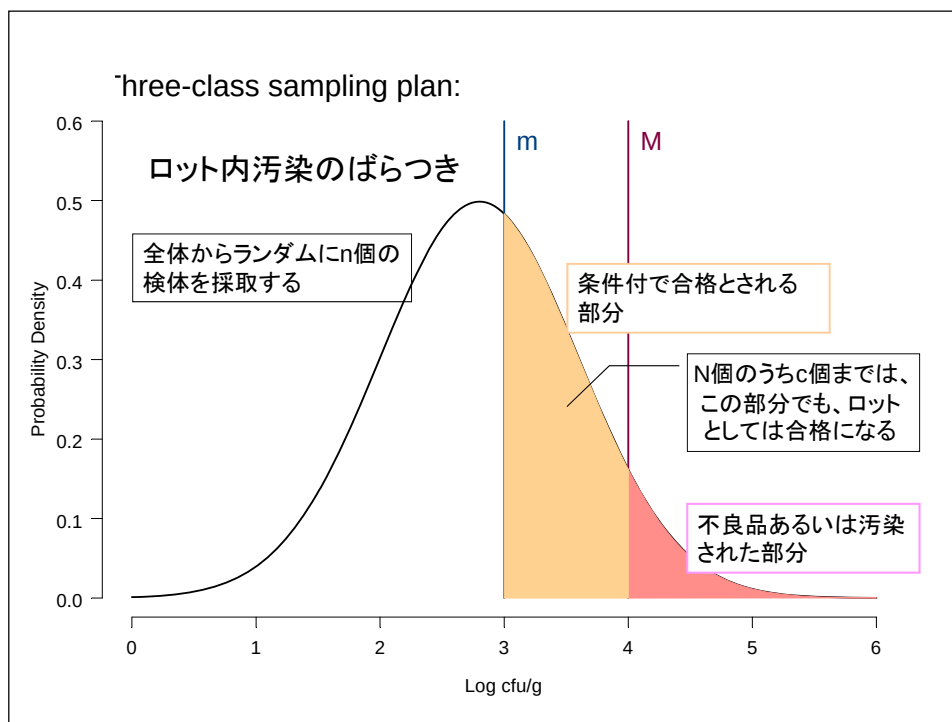
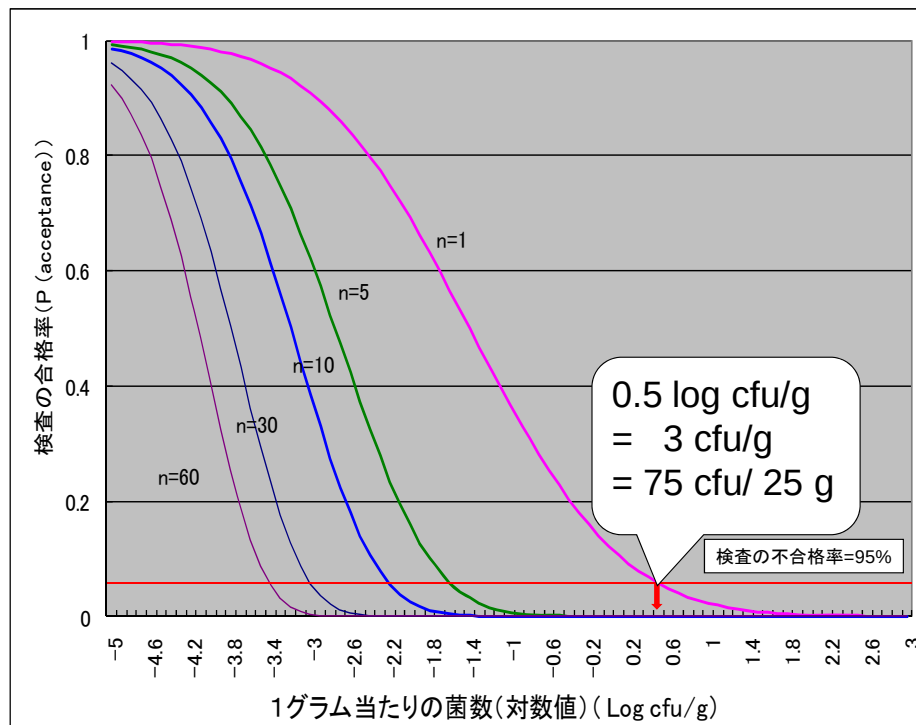


図5 三階級法サンプリングプラン



$n = 1, 5, 10, 30, 60$; $c = 0$; $m < 1 / 25$ g; s.d.= 1.2 log cfu/g

図6 菌数と検査の合格率の関係

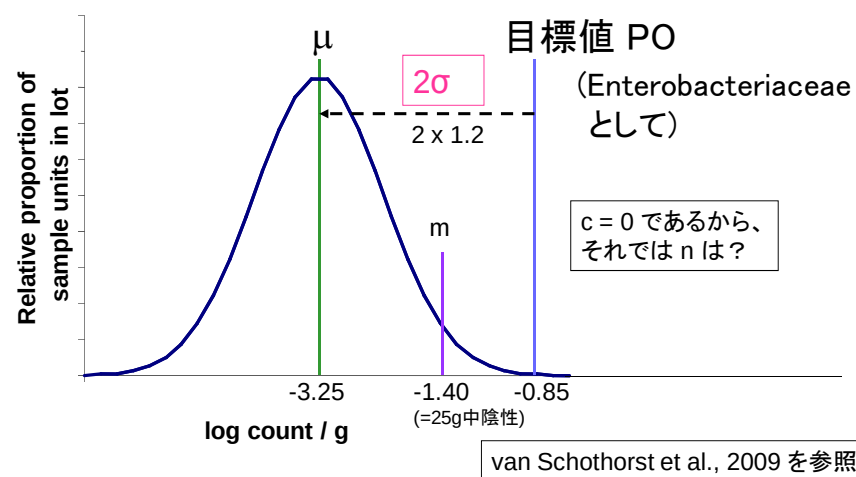


図7 微生物規格の基準値と達成すべき目標値との関係

表3 汚染の平均値 $-3.25 \log \text{cfu/g}$ であるロットを95%の確率で不合格とさせるサンプリングプラン

n	95%の確率で不合格となるロットの平均汚染濃度 ($\log \text{cfu/g}$)
1	0.50
5	-1.79
10	-2.49
20	-3.08
25	-3.25
30	-3.39
60	-3.87

Enterobacteriaceae として
 $n = 25$, $c = 0$,
 $m < 1 \text{ cfu} / 25 \text{ g}$,
 $M = \text{NA}$

<参照>

1. Principles and Guidelines for the Conduct of Microbiological Risk Management and its annex on Guidance on Microbiological Risk Management Metrics (CAC/GL 63- 2007)
2. Carney E., O'Brien S. B., Sheridan J. J., McDowell D. A., Blair I.S., Duffy G. Prevalence and level of Escherichia coli O157 on beef trimmings, carcasses and boned head meat at a beef slaughter plant. Food Microbiology 2006, vol. 23, no. 1, p. 52-59.

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)

食品安全委員会

2010年4月

目 次

	頁
1. 対象の微生物・食品の組合せについて	3
(1) 対象病原体	3
① 分類（血清型）	3
② 形態等	3
③ 増殖・抑制条件	3
④ 毒素産生性	4
⑤ 感染源	5
(2) 対象食品	5
2. 公衆衛生上に影響を及ぼす重要な特性	5
(1) 引き起こされる疾病の特徴	5
① 潜伏期間	5
② 排菌期間	5
③ Stx の毒性及びその作用機序	5
④ 治療法	5
(2) 用量反応関係	6
(3) 腸管出血性大腸菌感染症	7
① 腸管出血性大腸菌感染症発生状況	7
② 腸管出血性大腸菌の月別検出状況	7
③ 症状	8
④ HUS	9
⑤ 感受性集団	10
⑥ 死亡数	11
(4) 食中毒発生状況	12
① 血清型別食中毒発生状況	12
② 月別発生状況	12
③ 年齢別食中毒発生状況	13
④ 感染者が 10 人以上の食中毒の発生状況	14
⑤ 死亡事例の特徴	15
⑥ 原因食品	15
⑦ 原因施設	17
3. 食品の生産、製造、流通、消費における要因	18
(1) フードチェーンの概要	18
(2) 生産場（農場）	18
① 国内	18
② 海外	20
(3) 処理場	21
① 生体搬入	21

② 解体方法	21
③ 解体処理時の汚染及び交差汚染等	21
(4) 加工場等における工程	22
(5) 流通・販売・消費	22
① 国内	23
② 海外	24
(6) 喫食実態	24
① 喫食状況	25
② 喫食頻度	25
③ 喫食量	25
4. 問題点の抽出	26
(1) 腸管出血性大腸菌感染症の発生動向	26
(2) 腸管出血性大腸菌による食中毒の原因食品・原因施設	26
(3) 血清型による感染症の特徴	26
(4) 生産段階での汚染	26
(5) 処理流通段階での汚染及び生食用食肉等の流通実態	26
(6) 生食又は加熱不十分な食肉及び内臓肉の喫食	27
(7) 若齢者及び高齢者への健康影響	27
5. 対象微生物・食品に対する規制状況等	27
(1) 国内規制等	27
① 生産農場での対策	27
② と畜場及び食肉処理場での対策	28
③ 流通する食品への対策	28
(2) 諸外国における規制及びリスク評価	30
① 規制等	30
② リスク評価事例	30
6. 求められるリスク評価と今後の課題	31
(1) 求められるリスク評価	31
(2) 今後の課題	31
< 参照 >	33

1. 対象の微生物・食品の組合せについて

(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け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（平成 10 年法律第 114 号。以下「感染症法」という。）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患である。」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 O157 の感染が世界的に多く、また、血清型 O26、O103、O111 及び O145 が人から多く分離されている（参照 1）（以下腸管出血性大腸菌血清型 O157 等にあつては、単に O157 等と記載）。

O157 に次いで、米国においては、O111、O26、O103（参照 2）、欧州においては、O26、O103、O119 などの感染が多く確認されている（参照 3）。日本では O157 に次いで O26 の患者数が多く、2008 年に分離された血清型は、O157 が約 65%、O26 が約 24%、O111 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 (CO₂ と H₂) を産生する。

分離頻度の高い O157 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（参照 4）。

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_w) が影響する。病原大腸菌の増殖温度、pH、a_w は表 1 に示すとおりであるが、O157 は、増殖温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（参照 5）。

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 _w	0.95	0.995	—

参照 5 より作成

O157 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 分であるが、脂肪 30.5%ではそれぞれ 5.3 分、0.5 分である（参照 6）ことが報告されている。一方、牛ひき肉中では凍結しても生残すること（参照 7）が報告されている。

なお、O157 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 O157 の消長に関し、65℃1 分間の加熱により 10⁸ の接種菌量が死滅した報告で裏付けられている（参照 8）。

O157 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（参照 4）な場合があり、酸性食品中での長期の生残も可能（表 2）である。

表 2 食品中での O157: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

参照 6 より作成

④ 毒素産生性

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ベロ細胞（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。VT は赤痢菌の一種である *Shigella dysenteriae* 1（志賀赤痢菌）の産生する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（本リスクプロファイルでは、参照した文献等に従い「VT」又は「Stx」の表現を用いる）。

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 と同一であることが知られており Stx1 と呼ばれる。VT2 は VT1 と生物学的性状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、VT2 が VT1 より強い（参照 9）と考えられている。

なお、溶血性尿毒症症候群（Hemolytic uremic syndrome : HUS）を引き起こすのは、O157 の場合、VT1 を産生するものより、VT2 のみ又は VT1 及び VT2 の両方を産生するものが多く、重症化する傾向にある（参照 10）。

⑤ 感染源

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、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、昆虫（ハエ）などからも分離される。

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（参照 11）が、牛に対して症状は示さない（参照 4）。

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、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、プールでの感染などが報告されているが、不明な事例が多い。

（2）対象食品

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する。

2. 公衆衛生上に影響を及ぼす重要な特性

（1）引き起こされる疾病の特徴

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、死に至るものまである。

① 潜伏期間

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（参照 6）。

② 排菌期間

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 日間排菌が認められたとの報告がある（参照 6）。

③ Stx の毒性及びその作用機序

Stx は、細胞表面のレセプターである糖脂質(Globotriosyl ceramid:Gb3)に結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って細胞毒性を発揮する（参照 12）。標的細胞としては、血管内皮細胞、大腸上皮細胞、腎メサンギウム細胞や単球・マクロファージ等さまざまな細胞に対して作用し炎症や細胞死を誘導する。

④ 治療法

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

イシンなどが経口投与で用いられる（参照 13）。

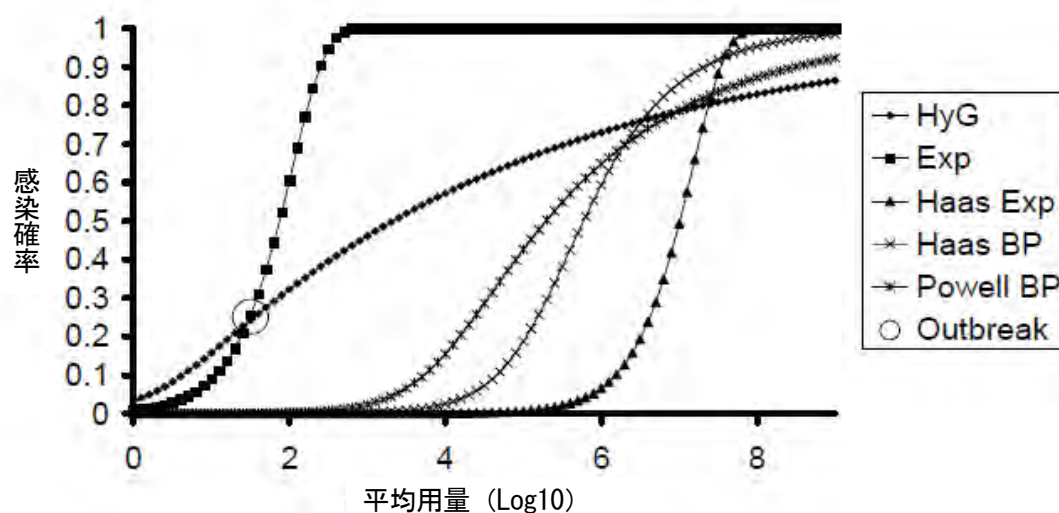
（２）用量反応関係

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 サラダ	4～18cfu/100g 4～18cfu/100g	208g 72g	11～50cfu (平均)	O157:H7	VT1,2	1996	参照14
メロン	43cfu/g	50g	約2,000cfu	O157:H7	VT1,2	1997	参照15
イクラ醤油漬	0.2～ 0.9MPN/100g	20～60g -	- -	O157:H7	VT1,2	1998	参照16 参照17
冷凍ハンバーグ	1.45MPN/g	100g 200g	<108～216MPN	O157	VT1,2	2004	参照18
牛レバ刺し	0.04～0.18cfu/g	50g以下	2～9cfu	O157	VT2	2006	参照19

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（参照 14）をもとに、図 1 に示す用量反応曲線が作成されている（参照 20）。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 O157 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、O157 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 O157 の用量反応モデルの概要

参照 20 より

表4 RIVM 評価報告書のパラメータ推定値

宿主	病原体	指数	超幾何	
		e^{-rD}	${}_1F_1(a, a+b, -D)$	
		r	a	b
小児	STEC O157	$9.3 \times 10^{-3} \text{ cfu}^{-1}$	0.1	2.3
成人	STEC O157	$5.1 \times 10^{-3} \text{ cfu}^{-1}$	0.07	3.0

参照 20 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、都道府県知事に届け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※	有症者	
		有症者	有症者割合(%)
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

感染症発生動向調査週報（参照 21）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。

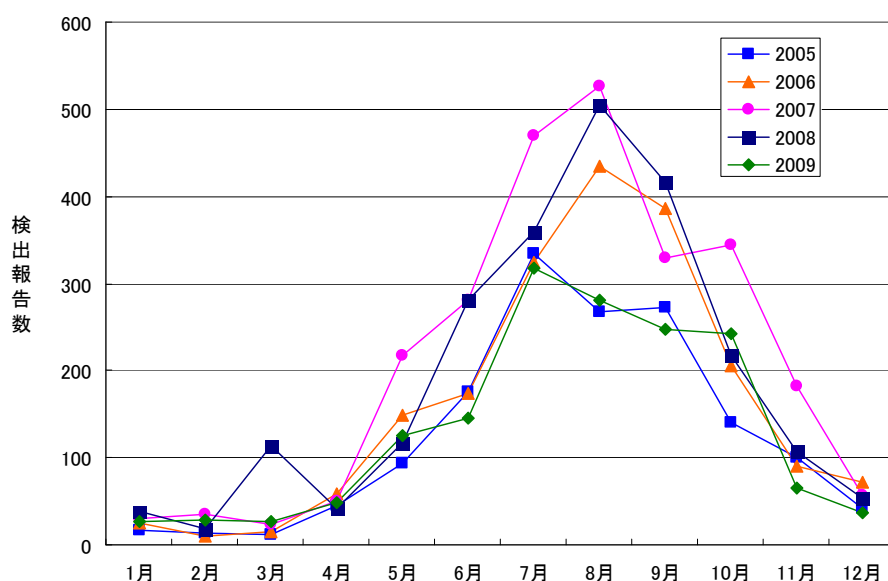


図2 腸管出血性大腸菌の月別検出状況（2005～2009年）

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^{注1)}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、O26はO157よりも発症率が低いことがわかる。

O157及びO26の主な症状は次のとおりである。

O157：1,611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。

O26：581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。

^{注1)} 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。

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※										
		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
O157	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
O26	581	297 (52.1)	67 (11.8)	216 (37.9)	31 (5.4)	44 (7.7)	159 (27.9)	-	-	-	-	11
O111	88	20 (26.3)	8 (10.5)	45 (59.2)	10 (13.2)	15 (19.7)	47 (61.8)	-	-	-	-	12
O145	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（参照 22）より作成

④ HUS

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（参照 22）。

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（参照 22）。

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、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（参照 22）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（参照 22）。

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（参照 22）。

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(%) [※]
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（参照 22）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²²⁾。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 O157: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（参照 23）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。

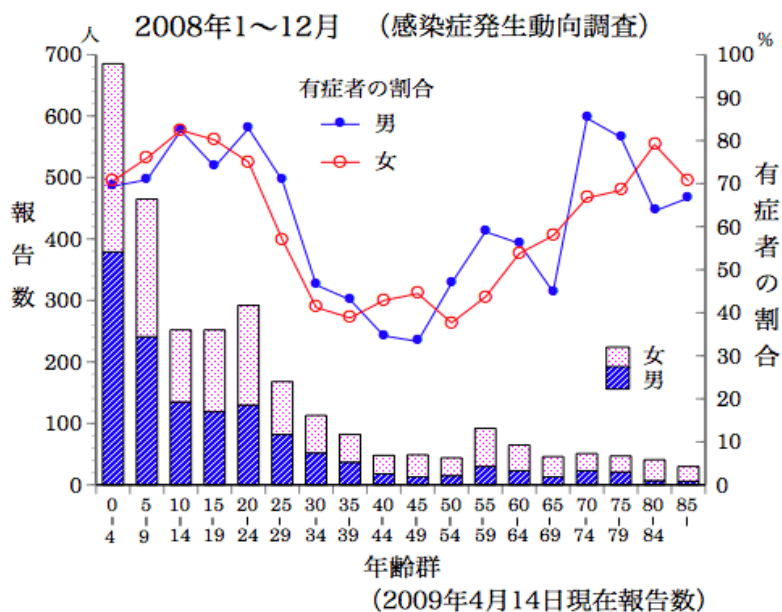


図 3 腸管出血性大腸菌感染症年齢別発生状況

病原微生物検出情報（参照 22）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（参照 14）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。）（参照 20）。

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、O157感染者の85%が食品媒介によるものと推定されており（参照24）、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、O157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	O157			O26			O111		
	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	23	166	0	1	13	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、腸管出血性大腸菌による食中毒発生状況、病原微生物検出情報より作成

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。

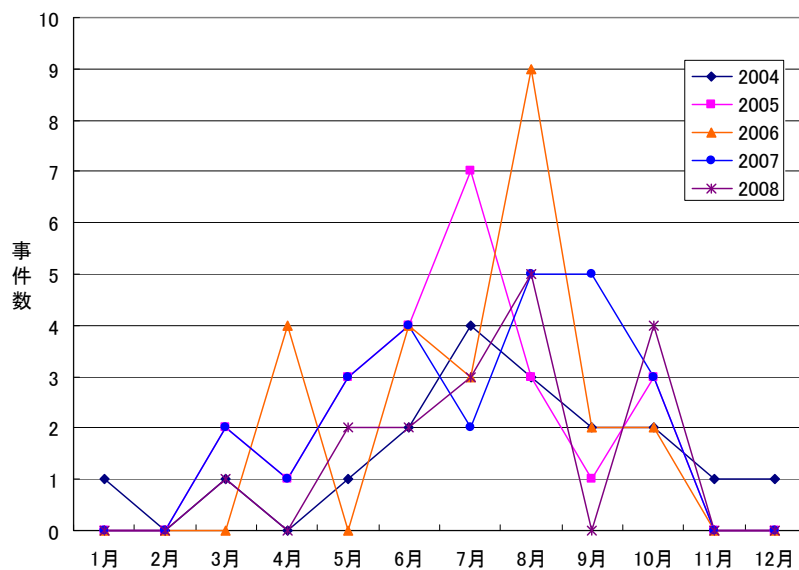


図4 腸管出血性大腸菌による食中毒の月別発生状況 (2004～2008年)
厚生労働省食中毒統計より作成

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35%、70歳以上の高齢者が約8%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	13.2
5～9歳	4	26	47	64	80	16	11	248	21.2
10～14歳	2	13	117	30	5	14	22	203	17.4
15～19歳	12	6	34	4	-	7	9	72	6.2
20～29歳	5	8	49	33	15	16	23	149	12.7
30～39歳	3	11	35	9	2	5	15	80	6.8
40～49歳	7	4	16	8	3	2	5	45	3.8
50～59歳	2	4	29	25 (1)	3	-	7	70 (1)	6.0
60～69歳	4	6	9	29	2	1	2	53	4.5
70歳以上	3	11 (1)	10	59 (8)	6 (1)	1	2	92 (10)	7.9
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 1 1 である。血清型別で見ると O157 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 1 1 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	O157:H7	VT1,2	不明/不明	レタスから菌分離	病院
	10～11月	O157:H-	VT2	41/569	牛の丸焼き(推定)	イベント会場
	3～4月	O157:H7	VT1,2	195/454	牛タタキ・ローストビーフ	家庭
2001	8月	O157:H7	VT1,2	5/不明	施設の給食(推定)	福祉・養護施設
	8月	O157:H7	VT1,2	29/223	焼肉店	飲食店
	8月	O157:H7	VT1,2	26/不明	和風キムチ	福祉・養護施設
	8月	O157:H7	VT1,2	26/不明	和風キムチ	福祉・養護施設
2002	4～5月	O157:H7	VT1,2	30/不明	保存牛肉から菌分離	飲食店
	6～7月	O157:H7	VT2	74/162	キュウリの浅漬けから菌分離	保育所
	8月	O157: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	O157:H7	VT1,2	4/270	在宅老人への配食	家庭
	7月	O157:H7	VT1,2	8/477	ラーメンチェーン店	飲食店
	8月	O157:H7	VT1,2	11/54	食肉販売店調理品	家庭
	9月	O26:H11	VT1	141/3,476	センター方式給食	幼稚園
2004	7月	O111:H-	VT1,2	110/377	韓国修学旅行	高校
2005	3月	O157: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～	O157:H7	VT1,2	9/19	牛レバー(推定)	飲食店
	6月	O157:H7	VT1,2	不明/70以上	特定不能	地域行事
	7月	O157:H7	VT1,2	4/128	焼肉店	飲食店
2006	7～8月	O157:H7	VT2	7/25	焼肉店	飲食店
	8月	O157:H7	VT1,2	11/不明	焼肉店	飲食店
	8～9月	O26:H11	VT1	13/128	焼肉店	飲食店
	9月	O157:H7	VT2	81/122	中国修学旅行	高校
	9～10月	O157:H7	VT2	9/987	焼肉店	飲食店
	9月	O157:H7	VT1,2	5/568	焼肉店(ユッケ(推定))	飲食店
2007	5～6月	O157: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	O157:H7	VT1,2	22/40	会食料理	飲食店
	7月	O157:H7	VT1,2	11/139	肉類	飲食店
	9～10月	O157:H7	VT1,2	314/4,243以上	仕出し弁当	飲食店
2008	3月	O26:H11	VT1	91/249	豪州修学旅行	学校
	7月	O157:H7	VT1,2	6/23	生レバー、牛刺し等	飲食店
	8月	O157:H7	VT1,2	10/53	バーベキュー(加熱不十分の肉)	その他
	10月	O157: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 人すべての事例が O157 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 10歳 12歳	O157:H7	VT1,2	10歳及び12歳はHUSにより死亡	学校給食(推定)	学校
		女2	5～9歳	O157:H7	VT1,2	HUSを併発し死亡	学校給食(推定)	学校
		女1	1～4歳	O157:H7	VT1,2	—	不明	不明
		男1	5～9歳	O157	—	—	不明	不明
		男1	50歳代	O157:H7	VT1,2	—	サラダ(推定)	社員食堂
1998	3	男2	70歳代	O157: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	O157	—	HUSを併発し死亡	かぶの浅漬け	老人保健施設
2002	9	男2	73歳 74歳	O157: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
		女7	58～98歳					
2003	1	女1	93歳	O157: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。

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	年	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	2	3	5	2	9	8	10	39
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

※食品特定と食事特定はその他の内訳。

厚生労働省食中毒統計より作成

さらに、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すべて食肉に関係しており、焼肉などが約 26%を占め最も多く、レバー、ユッケが次いで多いことがわかる。

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
焼肉など	36	飲食店	32
		家庭	2
		その他	2
レバー	18	飲食店	15
		家庭	2
		販売店	1
ユッケ	8	飲食店	8
ステーキ/ハンバーグ	4	飲食店	3
		不明	1
ホルモン	3	飲食店	2
		その他	1
その他食肉	1	家庭	1
不明	69	飲食店	56
		家庭	3
		仕出屋	4
		事業場	1
		学校	1
		旅館	1
		その他	1
		不明	2
計	139		

厚生労働省食中毒発生事例より作成 (2009 年は速報)

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 1 5 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 1 4 に示したとおり、2003～2009 年の 7 年間の食中毒事例でみて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 1 5 原因施設別腸管出血性大腸菌食中毒発生件数

		単位:件(%)								
年 原因施設	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。

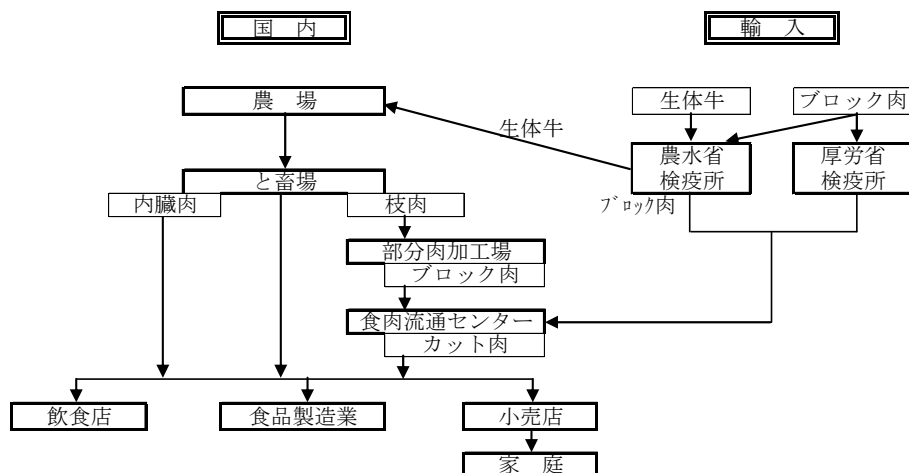


図5 一般的な牛肉等の流通経路

(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

a. 農場における生体牛の汚染状況

表16に国内農場における生体牛（乳牛）の直腸便検査での志賀毒素産生菌（STEC）による汚染実態調査の結果をまとめた。1998年の調査では、関東甲信越地方の78農場の乳牛358頭のうち22.1%の牛からSTECが分離され、O26及びO157等が分離されている（参照25）。2006～2007年の調査では、全国11自治体の123農場の乳牛932頭のうち84農場（68.3%）由来の11.9%の牛からSTECが分離され、O26は分離されたがO157は分離されなかった（参照26）と報告されている。両調査は、同一の研究者により行われたものであり、分離方法が異なるものの乳牛の分離率については、当該10年間で19%から12%に減少したと報告されている（参照26）。

表16 農場における生体牛のSTEC保菌状況

牛種	検査頭数	分離頭数	保菌率(%)	検査項目	検体採取年	検体採取時期	文献
乳牛	358	79	22.1	STEC	1998	5～10月	参照25
（子牛:calf	87	17	19.5)				
（未経産牛:heifer	88	27	30.6)				
（雌牛:cow	183	35	19.1)				
乳牛(cow)	932	111	11.9	STEC	2006～2007	5～11月	参照26

() 内は調査対象乳牛の詳細

b. 牛の月齢別保菌状況

1998年2月～1999年10月に行われた東北地方の農場及びと畜場での牛の月齢別の STEC 汚染実態調査（糞便検査）では、2 か月齢未満 39.4% (28/71)、2～8 か月齢 78.9% (105/133)、1 歳以上 40.8% (125/306) であった（参照 27）と報告されている。

2004年7月～2006年3月に行われた牛の腸管出血性大腸菌汚染実態調査^{注2)}（腸管内容物等の検査）では、と畜場に搬入された牛の月齢別の O157 分離率は、調査数は少ないが、黒毛和種では 33～36 か月齢 (50.0% (6/12)) で最も高く、交雑種で 17～20 か月齢 (25.0% (1/4))、ホルスタイン種では 29～32 か月齢 (50.0% (1/2)) で最も高い結果となっている（参照 28、参照 28 著者ら未発表データ）。

c. と畜場搬入牛での農場汚染状況及び牛種別保菌状況

2004年7月～2006年3月に行われた牛の腸管出血性大腸菌汚染実態調査では、全国 24 自治体の 335 農場からと畜場に搬入された 1,025 頭の牛について、農場の汚染状況（表 1 7）及び牛種別の保菌状況（表 1 8）の調査が行われている。

当該調査によると、O157 保菌牛を出荷したのは 83 農場 (24.8%)、O26 保菌牛を出荷したのは 8 農場 (2.5%) であったが、O157 保菌牛を出荷した農場に地域的な偏りは見られず、O157 は全国に分布していることが推測されている（参照 28）。牛種別の O157 分離率は、黒毛和種 (16.8%)、交雑種 (15.2%)、ホルスタイン種 (11.0%) であり、これらの間に有意差は見られなかったと報告されている（参照 28）。

表 1 7 農場の汚染状況

血清型	農場数	保菌牛出荷 農場数	汚染率 (%)
O157	335	83	24.8
O26	318	8	2.5

表 1 8 牛種別の保菌状況

牛種	血清型	O157			O26		
		検査 頭数	分離 頭数	分離率 (%)	検査 頭数	分離 頭数	分離率 (%)
黒毛和種		256	43	16.8	246	4	1.6
交雑種		527	80	15.2	512	9	1.8
ホルスタイン種		209	23	11.0	209	0	—
日本短角種		27	0	—	27	1	3.7
ジャージー種		4	1	25.0	4	1	25.0
外国種		2	1	50.0	2	0	—

表 1 7、1 8 ともに参照 28 より作成

d. と畜場搬入牛の汚染状況

表 1 9 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 O157 分離率は、2004 年以降は 10% を超える事例が報告されている。一方、O26 の分

^{注2)} 腸管内容物(1,017 頭)、口腔内唾液(810 頭)、外皮ふきとり(228 頭)、一部剥皮後切皮部ふきとり(243 頭)、枝肉ふきとり(576 頭)

離率は低い。

表 19 と畜場に搬入された牛の腸管出血性大腸菌による汚染状況

検体	検体数	分離数	分離率 (%)	血清型	検体採取年	検体採取 時期	文献
糞便	20,029	401	2.0	O157	1996～1998	4～3月	参照29
糞便又は直腸便	536	35	6.5	O157	1999	8～12月	参照30
直腸便	324	11	3.4	O157	2003	春、夏、冬	参照31
直腸内容物	301	31	10.3	O157	2004	7～10月	参照32
直腸内容物	551	60	10.9	O157	2004～2005	7～2月	参照33
直腸内容物	130	13	10.0	O157	2005～2006	4～4月	参照34
直腸便	506	60	11.9	O157	2005～2006	4～3月	参照35
舌拭き取り	60	4	6.7	O157	2004	7～10月	参照32
口腔内唾液	481	11	2.3	O157	2004～2005	7～2月	参照33
口腔内唾液	329	2	0.6	O157	2005～2006	4～3月	参照35
糞便	508	3	0.6	O26	2000	9～11月	参照36
糞便	178	14	7.9	O26	2003	春、夏、冬	参照31
直腸内容物	551	7	1.3	O26	2004～2005	7～2月	参照33
直腸内容物	130	1	0.8	O26	2005～2006	4～4月	参照34
直腸便	481	3	0.6	O26	2005～2006	4～3月	参照35
口腔内唾液	481	2	0.4	O26	2004～2005	7～2月	参照33
口腔内唾液	329	1	0.3	O26	2005～2006	4～3月	参照35
糞便	508	1	0.2	O111	2000	9～11月	参照36

e. と畜場搬入牛の月別保菌状況

2004年7月～2006年3月に行われた牛の腸管出血性大腸菌汚染実態調査では、と畜場に搬入された牛のO157の月別の分離率が、5～12月は10%を超え、特に6～9月の夏期には約20%であったとされている（表20）。

表 20 と畜場搬入牛の月別保菌状況

月	O157			O26		
	検査頭数	分離頭数	分離率(%)	検査頭数	分離頭数	分離率(%)
1月	64	1	1.6	62	1	1.6
2月	74	3	4.1	74	0	－
3月	59	0	－	59	0	－
4月	56	4	7.1	56	0	－
5月	40	5	12.5	40	3	7.5
6月	40	10	25.0	40	0	－
7月	74	14	18.9	74	3	4.1
8月	130	27	20.8	130	1	0.8
9月	183	45	24.6	183	1	0.5
10月	99	11	11.1	99	6	6.1
11月	88	12	13.6	88	0	－
12月	118	16	13.6	95	0	－
計	1,025	148	14.4	1,000	15	1.5

参照 28、参照 28 の著者ら未発表データより作成

② 海外

米国では、繁殖牛について平均 63%の群から O157 が分離され、群内では 6～

9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、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%、10～5月に平均9%の分離率である（参照37）としている。これらの調査結果から次のとおり考察している。

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

（3）処理場

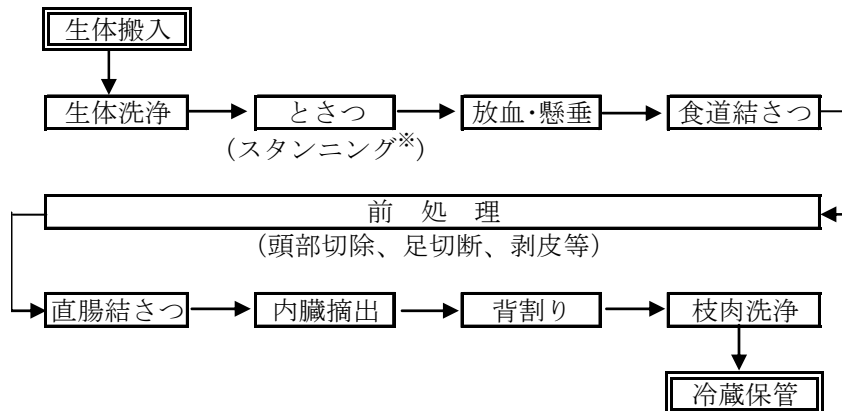
① 生体搬入

各生産者等からと畜場に搬入される生体牛の糞便による体表面の汚れが、と畜場内の汚染要因となるおそれがある。

② 解体方法

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（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法は異なる。

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、手作業によって行われている。



※スタンガンで失神させること

図6 と畜・解体処理工程

③ 解体処理時の汚染及び交差汚染等

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り枝肉及び内臓肉への汚染が生じるおそれがある。

- ・ 牛糞汚染表皮の剥皮時における枝肉への汚染
- ・ 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

また、糞便等による直接的な汚染以外に、作業員の手指を介する汚染や以下のような施設・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がある。

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

牛肉等の汚染状況については、表 2 1 にまとめた。これによると、枝肉の O157 による汚染は、2003～2006 年では減少傾向にあることがわかる。

表 2 1 牛枝肉等の汚染状況

検体	検体数	分離数	分離率 (%)	血清型	検体採取年	検体採取 時期	文献
枝肉	47,138	90	0.2	O157	1996～1998	4～3月	参照29
枝肉	230	12	5.2	O157	2003～2004	6～8月	参照18
枝肉	288	11	3.8	O157	2004～2005	7～2月	参照33
枝肉	338	4	1.2	O157	2005～2006	4～3月	参照35
一部剥皮後切皮部	243	11	4.5	O157	2005～2006	4～3月	参照35
枝肉	288	1	0.3	O26	2004～2005	7～2月	参照33

（４）加工場等における工程

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

（５）流通・販売・消費

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

2007 年 5 月に発生した焼肉店が原因施設とされた具体的な食中毒事例では、ユッケ等が原因食品と推定され、当該店内で行われた牛ブロック肉の分割・小分け作業が、生食用と加熱用で区別されず同一のまな板、包丁が用いられていたこと、作業途中で器具類の洗浄・消毒が実施されていなかったこと、生食肉の喫食のほか、

加熱不十分な状態での喫食が発生要因となったとされている（参照 38）。

また、我が国では、実験的に O157 で汚染した牛内臓肉や調理器具（トンゴ及び箸）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ゴ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。さら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（参照 39）。

市販食肉等の O157 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 O157 についてまとめたものが表 2 2 である。これによると牛肉では他の食肉より分離率が高く、特に生食用牛レバー（生食用と表示され市販されていたもの）での分離率が他の食品に比べて高いことがわかる（参照 40）。

表 2 2 国内流通食肉の O157 汚染状況

検体	検体数	分離数	分離率(%)	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、分離検体が確認された年次のデータの詳細

参照 40 より作成

また、自治体一機関による市販牛内臓肉の O157 汚染実態調査では多種類の臓器で汚染が認められ（表 2 3）、原因として牛の消化管に存在した O157 がそのまま消化管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（参照 41）。

表 2 3 市販牛内臓肉の O157 汚染状況 (2000～2004 年)

検体	検体数	分離数	分離率 (%)
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 41 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 O157 によるものが 0.04%(1/2,634)であったと報告されている (参照 3)。

米国では 2004～2005 年に食肉加工施設で採取された挽肉の O157 汚染が 0.173%(32/18,484)であったと報告されている (参照 42)。また、2005～2007 年に米国産切落し肉の O157 汚染が 0.68%(13/1,900)であったと報告されている (参照 43)。

また、2005 年 8 月～2007 年 3 月までに、我が国に輸入された牛枝肉の STEC 汚染実態調査の結果について、表 2 4 に示した。

当該調査の結果、オーストラリア産で 2.4%、米国産で 1.0%の枝肉から STEC が分離され、O8、O128 等が分離されたが、O157 は分離されなかったと報告されている (参照 44)。

表 2 4 輸入枝肉の STEC 汚染状況

原産国	検体数	分離数	分離率 (%)
オーストラリア	420	10	2.4
ニュージーランド	138	0	－
米国	102	1	1.0
カナダ	44	0	－
メキシコ	8	0	－
中国	4	0	－
バヌアツ	4	0	－
計	720	11	1.5

参照 44 より作成

(6) 喫食実態

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 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 (参照 45) (アンケート調査) 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。

① 喫食状況

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ない。当該アンケート調査では、家庭で生又は加熱不十分な状態で喫食する割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割が生又は加熱不十分な牛肉を、1割が生又は加熱不十分な牛内臓肉を喫食すると回答したとされていた。

② 喫食頻度

アンケート調査結果（表25）によると、牛肉の喫食頻度で最も多いのは、一ヶ月に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。

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割を占め、牛肉の喫食頻度より更に低いことが示されている。

表25 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

参照45より作成

③ 喫食量

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

表26 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

参照45より作成

4. 問題点の抽出

1～3で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が最も分離率が高いこと。

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すべてO157によるものであること。

(4) 生産段階での汚染

と畜場搬入牛におけるO157保菌率は、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保菌率は農場により異なり、O157保菌牛を出荷した農場は、2004～2006年の全国調査で約25%となっていること。

なお、保菌牛を出荷した農場の比率によっては、と畜場搬入牛での汚染率が高くなることが考えられることから、農場での汚染要因については、当該事項を考慮したデータの収集・分析が必要とされること。

(5) 処理流通段階での汚染及び生食用食肉等の流通実態

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（生食用牛レバーの汚染率1.9%に対しカットステーキ肉0.9%）。

さらに、生食用牛レバーについては、従来から厚生労働省により生食用と表示が

なされた市販流通品を対象に汚染実態調査がなされており、2008 年度においても調査結果が示されていたが、当該年度には生食用食肉の衛生基準（目標）に関する通知^{注3)}に基づく生食用食肉等の加工基準目標に適合したと畜場からの生食用牛レバー及び牛肉の出荷実績は無いとされており、これらの事実の間に齟齬があること。

（６）生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、原因食品は主としてレバー、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調査結果でも約 40%の人が牛肉及び牛内臓肉を生又は加熱不十分な状態で喫食すると回答していること。

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、同時に調理する食品への交差汚染が生じる可能性があること。

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、菌が生残することがあること。

（７）若齢者及び高齢者への健康影響

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 35%）と 60 歳以上（約 12%）で過半数を占めており、死亡事例では、9 歳以下の若齢者（約 23%）と 60 歳以上（約 64%）で 85%を超えていること。

また、腸管出血性大腸菌感染患者の年齢階層別 HUS 発生率は、2008 年の報告によれば 9 歳以下の若齢者では他の年齢階級と比較して高く、特に 0～4 歳が HUS 発症者数全体の 50%を占めていること。

5. 対象微生物・食品に対する規制状況等

（１）国内規制等

① 生産農場での対策

O157 については、牛では症状を示さず、牛の疾病とは考えられていないことから、家畜伝染病予防法（昭和 26 年法律第 166 号）に基づく清浄化対策の対象とはされていない。

しかし、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。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の清浄化対策への取組みが行われている。

また、通知により牛等のと畜場への出荷等における衛生対策及び家畜の生産段

^{注3)} 平成 10 年 9 月 11 日生衛発第 1358 号、5.（１）の②参照

階における衛生対策について指導が行われている。

○ 通知

- ・ 牛等のと畜場への出荷等における衛生管理の徹底について
(平成 8 年 8 月 2 日 8 畜 A 第 1941 号)
- ・ 家畜の生産段階における衛生対策の徹底について
(平成 8 年 7 月 22 日 9 畜 A 第 1604 号)

② と畜場及び食肉処理場での対策

と畜場における衛生管理についてはと畜場法（昭和 28 年法律第 114 号）に規定され、その基準については、と畜場法施行規則（昭和 28 年厚生省令第 44 号）において給水設備等の衛生管理、枝肉の冷蔵設備の維持管理、生体牛等の衛生管理、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。また、同様にと畜業者等の講ずべき衛生管理として、獣畜の血液及び消化管の内容物等の適切な処理、牛等については放血後の消化管内容物の漏出防止のための食道及び直腸結さつ、内臓摘出等についての詳細が定められている。

また、と畜場及び食肉処理場の衛生管理に関する通知によりと畜場及び食肉処理場での衛生対策について指導が行われており、特に生食用食肉等については生食用食肉の衛生基準（目標）に関する通知に基づく加工処理等の基準（目標）が定められ、次の事項等が指導されている。

a. と畜場における加工

- ・ 肝臓の処理等は衛生的に行うこと
- ・ 専用の場所、設備及び器具を使用すること

b. 食肉処理場における加工

- ・ 専用のトリミング・細切場所、器具を使用すること
- ・ 83℃以上の温湯により器具を洗浄殺菌すること

c. 保存

- ・ 10℃以下（4℃以下が望ましい。）での保存又は運搬に当たること（冷凍したものにあつては、-15℃以下（-18℃以下が望ましい。））

○ 通知

- ・ と畜場及び食肉処理場の衛生管理
(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 年 3 月 31 日衛乳第 104 号)
- ・ 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）

③ 流通する食品への対策

a. 食品の規格基準

食品衛生法（昭和 22 年法律第 233 号）に基づき、牛肉及び牛内臓肉等の食肉に腸管出血性大腸菌を対象とした個別食品の微生物規格は定められていないが、これらの食品から O157 又は O26 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れている。

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けられている。

b. 生食用食肉の衛生管理

生食用食肉等については、生食用食肉等の衛生基準（成分規格、加工等基準、保存等基準及び表示基準の目標）が通知で定められており、当該通知に基づき次の事項等が指導されている。

- ・ 成分規格：糞便系大腸菌群(fecal coliforms)及びサルモネラ属菌が陰性であること
- ・ 加工等基準：と畜場及び食肉処理場での加工等基準を満たしたものであること
- ・ 保存等基準：10℃以下（4℃以下が望ましい。）で保存又は運搬に当たること（冷凍したものにあつては、-15℃以下（-18℃以下が望ましい。））
- ・ 表示基準：生食用である旨表示すること

○ 通知

- ・ 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）

c. 食中毒防止対策

腸管出血性大腸菌による食中毒を防止するため、通知に基づく食品等事業者に対する指導や消費者に対する注意喚起が行われている。具体的には、食品等事業者に対しては、食肉等は中心部を75℃以上で1分間以上の加熱調理を行うこと等が指導されているが、特に焼肉店については、次の事項が指導されている。

- ・ 加熱調理用の食肉等を生食用として提供しないこと
- ・ 肉を焼くときの専用器具を提供すること
- ・ 生食用食肉は生食用食肉の衛生基準に適合するものを提供すること
- ・ 牛レバーは生食用としての提供をなるべく控えること

消費者に対しては、次の事項が注意喚起されている。

- ・ 食肉等は中心部まで十分に加熱すること
- ・ 若齢者、高齢者、抵抗力が弱い者に生肉又は加熱不十分な食肉等の喫食を行わせないこと

また、市販食品については、国内流通時には自治体における収去検査が、輸入時には検疫所における検査が行われている。

○ 通知

- ・ 食品の十分な加熱、飲水の衛生管理等の病原性大腸菌 O157 による食中毒防止対策

（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日食監発第78号、平成21年9月15日食安監発第0915第1号）

- ・ 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）
- ・ 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）
- ・ 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）
- ・ 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 日健感発第 0808001 号・食安監発第 0808004 号）
- ・ 若齢者等（乳幼児）の生肉（生レバー）喫食防止の注意喚起
（平成 16 年 5 月 25 日食安監発第 0525003 号、平成 19 年 4 月 17 日食安監発第 0417001 号）
- ・ と畜場、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
（平成 19 年 5 月 14 日食安監発第 0514001 号）
- ・ 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）

（２）諸外国における規制及びリスク評価

① 規制等

a. 韓国

以下の食品に *E.coli* O157:H7 の規格が定められている。

○ 一般規則

- ・ 食肉（製造、加工用原料を除く）：不検出
- ・ 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加工食品：不検出

○ 個別食品規格

- ・ 食肉加工品（原料用粉碎肉に限る）：陰性
- ・ 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

b. カナダ

E.coli O157: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められている。

② リスク評価事例

- ・ Quantitative risk assessment for *Escherichia coli* O157:H7 in frozen beef burgers consumed at home in France by children under the age of 16 (AFSSA 2007)
- ・ RIVM report 284550008 - Disease burden in the Netherlands due to infections with Shiga-toxin producing *Escherichia coli* O157 (RIVM 2003)
- ・ Comparative Risk Assessment for Intact (Non-Tenderized) and Non-Intact (Tenderized) Beef (USDA/FSIS 2002)
- ・ Risk Assessment of the Public Health Impact of *Escherichia coli* O157:H7 in Ground Beef (USDA/FSIS 2001)
- ・ RIVM report 257851003 - Risk assessment of Shiga-toxin producing *Escherichia coli* O157 in steak tartare in the Netherlands (RIVM 2001)
- ・ *E. coli* O157:H7 in beefburgers produced in the Republic of Ireland: A

6. 求められるリスク評価と今後の課題

1～5で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、今後求められるリスク評価を（１）にまとめた。（１）の各項目についてフードチェーン全般にわたるリスク評価を行うには、（２）に示す課題があるため、直ちに評価を行うことは困難である。しかし、フードチェーンの一部に係るリスク評価については、（２）に示す課題のうち関係するデータの収集を行うことによって、一定の定量的リスク評価を行うことが可能と考える。

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係する分野において取組を進めることが必要と考える。

（１）求められるリスク評価

抽出された問題点から、対象微生物を腸管出血性大腸菌 O157、対象食品を生食用（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が求められる。

具体的な項目としては以下のものが挙げられる。

- 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）
- ② 年齢階層別の用量反応の推定
- 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、飼料管理等）によるリスク低減効果の推定
- 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たい表面の除染処理）によるリスク低減効果の推定
- 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 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スク低減効果の推定

（２）今後の課題

- 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
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及びそれら情報の収集・集計システムの開発
- 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

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るデータの入手

- ③ と畜場における汚染経路の究明
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）
- ④ 牛内臓肉の流通経路等の究明
牛内臓肉の流通経路、流通量、流通時の保管状況等、O157 の挙動に影響を及ぼす要因に関するデータの入手
- ⑤ 市販牛肉及び牛内臓肉の汚染実態（菌量を含む）の究明
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・増殖実態に関するデータの入手
- 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
年齢別、品目別等の詳細なデータの入手

<参照>

- 1 Zoonotic non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC). Report of a WHO scientific working group meeting, Berlin, Germany 23-26 June, 1998.
- 2 Eblen D. R. , USDA, FSIS, OPHS.. Public health importance of non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli*(non-O157 STEC) in the US food supply.
- 3 The community summary report 1. Trends sources of zoonoses and zoonotic agents in the European Union in 2007. EFSA Journal 2009, no. 223, p. 6-221.
- 4 Meng J. , Doyle M. P. , Zhao T. , Zhao S. . 12 Enterohemorrhagic *Escherichia coli*. Doyle M. P. , Beuchat L. R. . Food Microbiology : Fundamentals and Frontiers 3rd. edition. 2007, ASM Press.
- 5 ICMSE. Micro-organisms in foods 5. Characteristics of microbial pathogens. 2003, p. 126-140.
- 6 勢戸和子. A細菌感染症 4 *Escherichia coli*. 仲西寿男、丸山務 監修, 食品由来感染症と食品微生物. 2009, p. 281-296, 中央法規.
- 7 Doyle M. P. , Schoeni J. L. . Survival and growth characteristics of *Escherichia coli* associated with hemorrhagic colitis. Applied and Environmental Microbiology 1984, vol. 48, no. 4, p. 855-856.
- 8 宮原美知子他. 調理用オーブンによるハンバーグ調理加熱での腸管出血性大腸菌 O157 の消長と関連要因. 防菌防黴学会第 27 回年次大会 2000 要旨集 P79.
- 9 喜多英二. 病態への志賀毒素の役割. 化学療法の領域 2004, vol. 20, no. 9, p. 67-73.
- 10 藤井潤. ベロ毒素に関する新たな知見. 化学療法の領域 2009, vol. 25, no. 5, p. 39-48.
- 11 Hussein H. S. , Bollinger L. M. . Prevalence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in beef cattle. Journal of Food Protection 2005, vol. 68, no. 10, p. 2224-2241.
- 12 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 1996, vol. 23, p. 785-799.
- 13 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) 感染症治療の手引き (改訂版). (<http://www1.mhlw.go.jp/o-157/manual.html>)
- 14 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 1997, vol. 46 no. 2, p. 104-112.
- 15 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 O157:H7 による集団食中毒事例. 千葉衛研報告 1998, vol. 22, p. 31-34.
- 16 病原微生物検出情報 1998, No. 10.
- 17 病原微生物検出情報 1998, No. 9.
- 18 平成 16 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安全性高度化推進事業『細菌性食中毒の予防に関する研究』(主任研究者 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 高鳥浩介, 2004.
- 19 平成 18 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業『細菌性食中毒の予防に関する研究』(主任研究者 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 浩介, 2006.
- 20 RIVM report 257851003. Risk assessment of Shiga-toxin producing *Escherichia coli* O157 in steak tartare in the Netherlands, 2001.
 - 21 感染症発生動向調査週報 2009, 第 35 週, p. 15-16.
 - 22 病原微生物検出情報 2009, vol.30 no.5, p. 1-5.
 - 23 Terajima J. , Izumiya H. , Wada A. , Tamura K. , Watanabe H. . Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 in Japan. Emerging Infectious Diseases 1999, vol. 5, no. 2, p. 301-302.
 - 24 CCFH Enterohemorrhagic *Escherichia coli* infection(EHEC). A risk profile. 2002, CX/FH 03/5-Add.4.
 - 25 Kobayashi H. , Shimada J. , Nakazawa M. , Morozumi T. , Pohjanvirta T. , Pelkonen S. , Yamamoto K. . Prevalence and characteristics of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* from healthy cattle in Japan. Applied and Environmental Microbiology 2001, vol. 67, no. 1, p. 484-489.
 - 26 Kobayashi H. , Kanazaki M. , Ogawa T. , Iyoda S. , Hara-Kudo Y. . Changing prevalence of O-serogroups and antimicrobial susceptibility among STEC strains isolated from healthy dairy cows over a decade in Japan between 1998 and 2007. Journal of Veterinary Medical Science 2008, vol. 71, p. 363-366.
 - 27 Shinagawa K. , Kanehira M. , Omoe K. , Matsuda I. , Hu D. L. , Widiastih D. A. , Sugii S. . Frequency of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in cattle at a breeding farm and at a slaughterhouse in Japan. Veterinary Microbiology 2000, vol. 76, p. 305-309.
 - 28 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株の薬剤感受性. JVM 獣医畜産新報 2009, vol. 62, p. 807-811.
 - 29 平成 10 年度厚生科学研究費補助金 生活安全総合研究事業『食肉・食鳥処理における微生物コントロールに関する研究』(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.
 - 30 平成 11 年度厚生科学研究費補助金 生活安全総合研究事業『食肉・食鳥処理における微生物コントロールに関する研究』(主任研究者 品川邦汎):分担研究「2. ii. 腸管出血性大腸菌 O157 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 品川邦汎, 1999.
 - 31 平成 15 年度厚生労働科学研究費補助金 食品安全確保研究事業『食品を介する家畜・家禽疾病のヒト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):分担研究「志賀毒素産生大腸菌(Shiga toxin-producing *Escherichia coli*)の自然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.
 - 32 平成 16 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安全性高度化推進研究事業『ウシ由来腸管出血性大腸菌 O157 の食品汚染制御に関する研究』(主任研究者 朝倉宏):「(1)ウシ由来 O157 の汚染実態に関する分子疫学的検討」, 2004.
 - 33 平成 16 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安全性高度化推進研究事業『食品製造の高度衛生管理に関する研究』(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研究」，2004.
- 34 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 2006, vol. 9-1, p. 16-17.
- 35 平成 17 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業『食品製造の高度衛生管理に関する研究』（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研究」，2005.
- 36 平成 12 年度厚生科学研究費補助金 生活安全総合研究事業『食肉・食鳥処理における微生物コントロールに関する研究』（主任研究者 品川邦汎），2000.
- 37 Risk assessment of the public health impact of *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef (USDA/FSIS 2001).
- 38 水上健一他. 焼肉店を原因施設とした腸管出血性大腸菌 O157 食中毒事例. 群馬医学 2008, vol.87, p.49-52.
- 39 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 工藤由起子, 2008.40 厚生労働省. 食品中の食中毒菌汚染実態調査の結果(1999-2008).
- 41 北瀬照代、石井栄次. 市販の牛内臓肉の腸管出血性大腸菌 O157 汚染状況について. 大阪市立環化研報告 2005, vol. 67, p. 15-19.
- 42 Withee J. , Schlosser W. . Risk-based sampling for *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef and beef trim. 2008.
- 43 USDA, FSIS, OPHS, MS.. Nationwide microbiological baseline data collection program for the raw ground beef component: domestic beef trimmings December 2005-January 2007. 2008, p. 3-23.
- 44 Hara-Kudo Y. et al.. Surveillance of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in beef with effective procedures, Independent of Serotype. Foodborne Pathogens and Disease 2008, vol. 5, no. 1, p. 97-103.
- 45 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）国際医学情報センター, 2007.

食品健康影響評価のためのリスクプロファイル
～ 鶏肉におけるサルモネラ属菌 ～

(改訂版)

微生物・ウイルス専門調査会
2011 年 5 月

目 次

	頁
1 対象の微生物・食品の組み合わせについて	3
(1) 対象病原体	3
① 形態等	3
② 分類	3
③ 自然界での分布	3
④ 増殖及び抑制条件	4
⑤ 薬剤感受性	5
(2) 対象食品	5
2 公衆衛生上に影響を及ぼす重要な特性	5
(1) 引き起こされる疾病の特徴	5
① 症状、潜伏期間等	5
② 治療法	6
(2) 用量反応関係	6
(3) サルモネラ感染症	8
① 感染性胃腸炎患者の概要	8
② 感染性腸炎患者等の年齢構成	9
③ 食中毒患者等から検出されるサルモネラ属菌の血清型	9
④ 死者数	10
(4) サルモネラ属菌による食中毒発生状況	10
① サルモネラ属菌による食中毒の年次別発生状況	11
② サルモネラ属菌による食中毒の年齢階層別発生状況	12
③ サルモネラ属菌による食中毒の死亡者の状況	12
④ サルモネラ属菌による食中毒の原因食品	13
⑤ サルモネラ属菌による食中毒の原因施設	14
3 食品の生産、製造、流通、消費における要因	15
(1) 肉用鶏の生産	15
① 肉用鶏生産の概要	15
② コマーシャル肉用鶏生産までの要因	16
③ 肉用鶏農場のサルモネラ汚染状況	16
(2) 処理・製造(加工)	17
(3) 流通(販売)	17
(4) 消費	19
① 調理時の交差汚染	19
② 非加熱及び加熱不十分鶏肉の喫食割合	20
4 問題点の抽出	20
5 対象微生物・食品に対する規制状況等	21
(1) 国内規制等	21

(2) 諸外国における規制及びリスク評価.....	22
6 求められるリスク評価と今後の課題	23
(1) 求められるリスク評価	23
(2) 今後の課題	23
< 参照 >	25

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サルモネラ属菌 (*Salmonella* spp.) とする。サルモネラ属菌の形態等について以下に概説する。

① 形態等

サルモネラ属菌 (*Salmonella* spp.) は、腸内細菌科に属する通性嫌気性グラム陰性桿菌である。菌体の周りには周毛性鞭毛を持ち、運動性を有する。

② 分類

サルモネラ属菌の菌体表面を構成するリポ多糖体(O)及び鞭毛(H)にそれぞれ抗原番号が付けられており、血清型はO抗原とH抗原の組み合わせによって決定され、2007年現在までに2,500種類以上が報告されている(参照1)。

また、サルモネラ属菌は遺伝子の近縁性に基づいて、表1のとおり2菌種6亜種に分類されており(参照1, 2, 3)、これらの亜種は、それぞれの特徴的な生化学性状等によっても鑑別できる。人から分離されるサルモネラのほとんどは *Salmonella enterica* subsp. *enterica* である。血清型は各亜種(subsp.)の下位に位置し、例えば血清型 Infantis の場合には、*Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Infantis と表記され、通常は *S. Infantis* と略記される。

表1 サルモネラ属の分類

種名	亜種名	略称	血清型数
<i>Salmonella enterica</i>			2,557
	<i>enterica</i>	I	1,531
	<i>salamae</i>	II	505
	<i>arizonae</i>	III a	99
	<i>diarizonae</i>	III b	336
	<i>houtenae</i>	IV	73
	<i>indica</i>	VI	13
<i>Salmonella bongori</i>		V	22
	合計		2,579

参照1, 2, 3から作成

サルモネラ属菌のうち、腸チフス菌 (*S. Typhi*) 及びパラチフス A 菌 (*S. Paratyphi* A) については、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(平成10年法律第114号)に基づく3類感染症(腸チフス及びパラチフス)として取り扱われるため、本リスクプロファイルで対象とする微生物は当該2血清型以外のサルモネラ属菌とする。

③ 自然界での分布

サルモネラ属菌は亜種及び血清型等によって恒温動物、変温動物を問わずさまざまな動物を宿主とする、いわゆる人獣共通感染症の代表的な原因菌である。サルモネラ属菌は、感染動物の体内のみならずその排泄物を介して広く自然環境を汚染しているので、家畜・家さん及びヒトへの感染源や感染経路は複雑多岐となる(参照4)。(図1参照)

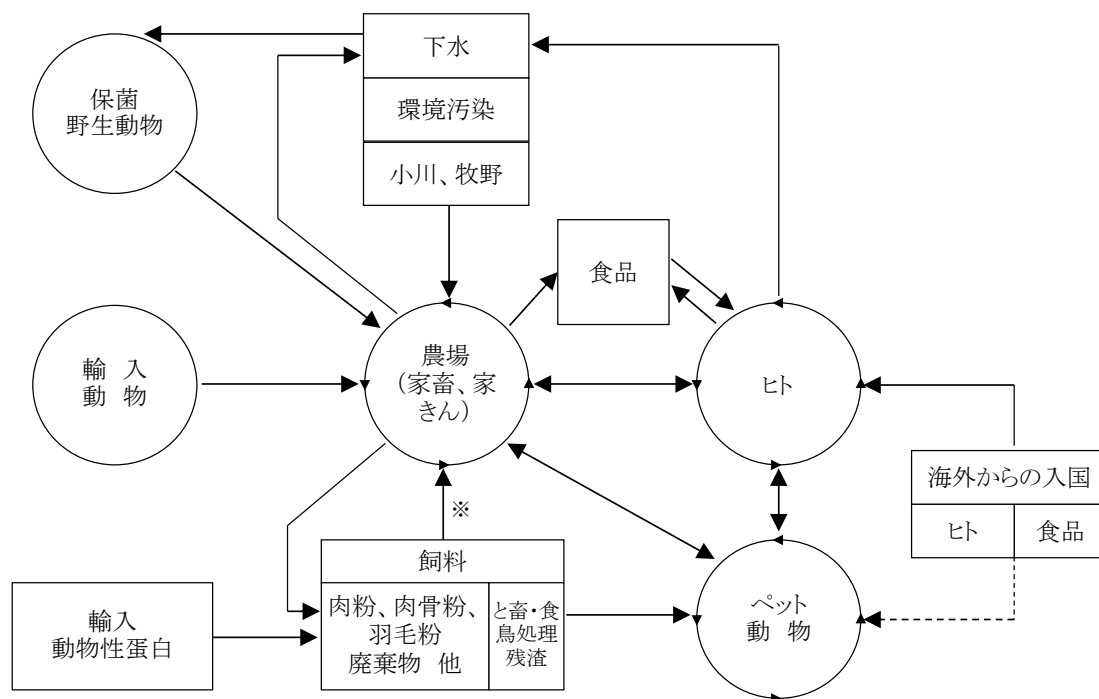


図1 サルモネラ属菌の自然界での循環経路

※牛由来の肉骨粉を牛・豚・鶏の飼料とすること及び豚・鶏由来の肉骨粉を牛の飼料とすることは禁止されている
参照4を改変

S. Pullorum 及び *S. Gallinarum* による鶏、あひる及びうずらの感染症については、家畜伝染病予防法(昭和 26 年法律第 166 号)に基づき、「家さんサルモネラ感染症」として家畜伝染病に定められている。また、*S. Enteritidis* (SE)、*S. Typhimurium* (ST)、*S. Dublin* 又は *S. Choleraesuis* による鶏の感染症については、「鶏のサルモネラ症」として届出伝染病に規定されている。鶏のサルモネラ症は、ふ化直後から3週齢頃までのひなに発生する敗血症性疾患であるが、日齢の進んだ鶏では無症状で経過する保菌鶏となる。

鶏におけるサルモネラ属菌の伝播様式は、介卵感染、飼料経路感染及び環境経路感染の大きく3種類に分けられており(参照4)、介卵感染はさらに in egg と on egg に分けられる。

④ 増殖及び抑制条件

サルモネラ属菌の増殖温度、pH 及び水分活性(a_w)は表2に示すとおりである。
(参照5, 6)

表2 サルモネラ属菌の増殖条件

項目	最低	至適	最高
温度 (°C)	5.2*	35~43	46.2
pH	3.8	6.6~8.2	9.5
水分活性 (a_w)	0.94	0.99	>0.99

*: ほとんどの血清型は7°C未満で発育不可
参照5, 6 から作成

サルモネラ属菌の加熱抵抗性は菌株や含まれる食品などの条件によって必ずしも同一ではないが、ほとんどのサルモネラ属菌は 60℃ 15 分の加熱で殺菌される (参照 3)。

サルモネラ属菌の D 値^{*1}に関して、液卵に 6 株のサルモネラ属菌 (SE、ST、*S. Heidelberg*) を接種した実験から 56.7℃の D 値が 3.05～4.09 分、殻付き卵に同菌混合菌液を接種した実験から 57.2℃の D 値が 5.49～6.12 分であるとした報告がある (参照 7)。

サルモネラ属菌の加熱抵抗性は、食品の成分又は水分活性等によって影響を受けることが知られている (参照 3)。低温で加熱する場合は水分活性が高い方が加熱に対し抵抗性を示し、高温で加熱する場合は水分活性が低い方が抵抗性を示すことが報告されている (参照 8)。また、pH の低下によって加熱抵抗性が下がるとされている (参照 5)。

サルモネラ属菌の低温下での生残については、凍結保存よりも凍結過程で菌数低減が大きく起こるとされている。凍結保存の間に緩やかな菌数低減が生じ、－20～－17℃の温度範囲での保存より－10～0℃の温度範囲の方が速やかな菌数低減が起こるとされている (参照 5)。

⑤ 薬剤感受性

薬剤感受性について、欧米では多剤耐性 ST が問題となっており、ファージ型 definitive type 104 (DT104)に代表される耐性株が、1986 年より国内でも分離されるようになってきている (参照 9)。なお、フルオロキノロン耐性株については、ヒトの散発例でまれに認められているという現状であることから、今後の動向把握が必要とされるものの一つとされている (参照 10)。

(2) 対象食品

本リスクプロファイルで対象とする食品は、鶏肉及びその加工品並びに鶏肉料理及び二次汚染を受ける可能性のあるその他の料理とする。

2 公衆衛生上に影響を及ぼす重要な特性

(1) 引き起こされる疾病の特徴

① 症状、潜伏期間等

サルモネラ属菌による食中毒は、汚染された食品を摂取してから 12～48 時間の潜伏期を経て発症する。潜伏期間は、摂取菌量、患者の健康状態及び年齢によって左右される。

症状としては、主として下痢、腹痛、嘔吐などの急性胃腸炎であり、発熱(場合によっては 38～40℃)が特徴の一つである。下痢は軟便、水様便が多いが、重症では粘

^{*1}最初に生存していた菌数を 1/10 に減少させる(つまり 90%を死滅させる)のに要する加熱時間を分単位で表したもの (D-value: Decimal reduction time)

血便が見られることもある(参照 11)。

1996～2000 年の間に感染性腸炎(感染性下痢症)により入院した者の臨床症状を原因病原体ごとにまとめたものが表3である。赤痢菌等表記載の病原体によるものと比較し、サルモネラ属菌による感染性腸炎では平均体温が高く、排便回数も多いことが報告されている(参照 12)。

表3 感染性腸炎により入院した者の臨床症状の比較 (1996～2000 年)

(単位:%)

原因病原体	総患者数 (人)	症状()内に単位を記載した項目以外は%で記載)						
		腹痛	下痢	吐き気	嘔吐	平均体温 (℃)	平均排便回数 (回/日)	血便
サルモネラ属菌	521	87.7	100	61.5	52.2	38.7	12.8	26.2
カンピロバクター・ジェ ジュニ/コリ	245	86.9	100	50.5	33.3	38.2	10.2	40.5
赤痢菌	1,301	62.9	100	28.1	15.9	37.5	9.9	24.1
腸炎ビブリオ	58	92.6	100	80.2	73.6	37.3	9.6	15.7
腸管出血性大腸菌を 含む病原大腸菌	121	83.5	100	43.2	34.7	37.2	10.3	55.3
コレラ菌(O1)	206	35.1	100	29.3	27.6	36.4	9.7	3.4

参照 12 から作成

非チフス性サルモネラ感染症患者では、感染後平均 4 週間サルモネラ属菌を胃腸内に保菌しており、当該患者の 0.5%で起こるとされている慢性保菌状態では、感染後 12 か月間サルモネラ属菌が便又は尿中から検出されることがあるとされている(参照 13)。

乳幼児の場合には発症菌量も少なく、単なる腸炎で終わらずに血中に菌が侵入し死に至ることもある(参照 11)。一方、本来抵抗力があるはずの健常人でも死亡例が報告されている。サルモネラ属菌による腸炎は、他の腸炎感染症よりも症状が遷延する傾向があり、重症である場合には勿論、症状が続く場合にも注意が必要とされている(参照 11)。

② 治療法

感染初期又は軽症の場合は、乳酸菌などの生菌整腸剤の投与や補液などの対症療法を行う。①下痢回数が 10 回/日以上、血便、強い腹痛、嘔吐のうち、下痢項目を含む 2 項目以上が見られる重症例、②基礎疾患などの易感染性要因のある中等症例、③食品取扱者など、保菌により就業制限をうけるもの、④集団内の 2 次感染防止が必要な保育園や施設などで生活している小児もしくは高齢者の場合には、抗菌薬投与を行う場合がある(参照 14)。

(2) 用量反応関係

FAO/WHO の「鶏卵及びブロイラーにおけるサルモネラのリスク評価書」では、世界中のサルモネラ属菌による食中毒事例のうち摂取菌量等が推定できた事例を基に、用量反応関係の推定が行われている(参照 15)。当該評価では、入手可能なサルモネラ属菌による食中毒の集団発生事例のうち、摂取菌量及び発症率等のデータが利用できる 20 事例をリストアップし(表4)、摂取菌量(用量)と

発症率の関係をもとに、各データの不確実性を考慮し用量反応曲線が求められている。(図2、統計的に有意な単一の曲線を得ることはできなかったとしている。) 当該曲線を次式のベータポアソンモデル (方程式) に当てはめ、当該曲線に近接した境界を生成させるベータポアソン用量反応パラメータを推定したものが表5である。

$$P_{iii} = 1 - \left(1 + \frac{\text{用量}}{\beta} \right)^{-\alpha}$$

表4 サルモネラ属菌による食中毒において摂取菌量が推定できた事例

原因菌の血清型	原因食品	暴露集団	推定摂取量 (CFU [※])	発症率 (%)
Newport	ハンバーガー	N	1.7×10 ¹	1.1
Enteritidis	アイスクリーム	N	1.2×10 ²	6.8
Heidelberg	CHEDDARチーズ	N	1.7×10 ²	32.8
Typhimurium	水	S	2.0×10 ²	18.9
		N	2.0×10 ²	10.6
Enteritidis	卵サラダ	S	2.5×10 ²	26.9
Enteritidis	ケーキ	N	4.5×10 ²	27.3
Enteritidis	ピーナッツソース	N	5.2×10 ²	16.4
Enteritidis	牛肉とスプラウト豆	N	9.3×10 ²	26.9
Enteritidis	親子丼	S	4.3×10 ³	42.7
		N	4.3×10 ³	18.8
Typhimurium	模造アイスクリーム	N	6.2×10 ³	55.0
Enteritidis	加熱調理卵	N	6.3×10 ³	64.2
Cubana	深紅色色素	S	3.7×10 ⁴	70.9
Enteritidis	オランダーズソース	N	5.5×10 ⁴	100
Enteritidis	ローストビーフ	N	2.6×10 ⁵	60.0
Enteritidis	ケーキ	N	6.3×10 ⁵	84.6
Enteritidis	とろろ汁	N	2.0×10 ⁶	93.9
Enteritidis	カツレツと黄身	N	2.0×10 ⁶	56.0
Infantis	ハム	N	2.9×10 ⁶	100
Typhimurium	アイスクリーム	S	1.0×10 ⁸	100
		N	5.0×10 ⁸	100
Oranienburg	とろろ汁	N	7.9×10 ⁹	100

細菌の数を表す単位で、集落形成単位 (Colony Forming Unit) の略。一般に平板培地上に発育した集落数を計測して細菌数を測定するが、複数個の細菌が1個の集落を形成する場合もあることからこの単位が用いられる。

S: 5歳未満の幼児及び入院患者など感受性が高いと推測される集団 N: S以外の集団 参照 15 から作成

FAO/WHO の評価書では、解析に利用されたデータの限界から、5歳未満の患者と病院で発生した *S. Cubana* による事例の患者を集団 S (感受性集団) と定義し、それ以外の患者を集団 N として表4の曝露集団の項目に分類している。さらに、表4に記載のデータをもとに集団 S と集団 N (S 以外の集団) の発症率の差異について解析したところ、解析に用いられたデータの範囲内では、集団 S の方が高い発症率を示すという証拠は得られなかったと結論づけている。ただし、同一事例内に両方の集団が含まれていた 2 事例については、集団 S の方が高い発症率を示したとしている。

また、当該評価書では、SE とそれ以外の血清型の発症率の比較も行われている。当該評価の目的と解析に用いられたデータの範囲内では、SE とそれ以外の

血清型のどちらも、同一用量が摂取された場合には同一の発症率となると解釈できると結論づけている。以上の検討結果から、当該評価書では曝露される集団又は血清型の区別をせず、同一の用量反応関係が提示されている。

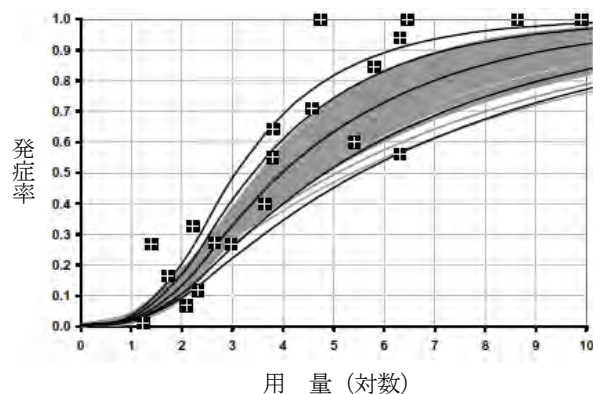


図2 用量反応近似曲線と食中毒事例に基づくデータとの比較
参照 15 から引用

表5 図2の曲線に近接した境界を生成させるベータポアソン用量反応パラメータ

項目	α	β
期待値	0.1324	51.45
下限	0.0763	38.49
2.5 パーセンタイル	0.0940	43.75
97.5 パーセンタイル	0.1817	56.39
上限	0.2274	57.96

参照 15 から引用

一方、当該評価における用量反応の検討対象にはならなかった食中毒事例（上記表の項目全てが利用できなかったもの）のうち、1984年にカナダで起きたチェダーチーズを原因食品とするSTによる食中毒事例では、患者6人の摂取菌量が1～6MPN^{※2}と推定されたことが示されている（参照 16）。また、1985年にカナダ及び米国で起きたチョコレートを原因食品としたS. Nimaによる食中毒事例でも、初発例で示された摂食量と食品中の菌量から（参照 17）、摂取菌量は1.1～6.0MPNと計算できることから、SE以外の血清型でも少量の摂取で発症したことが推定されている。

（3）サルモネラ感染症

① 感染性胃腸炎患者の概要

サルモネラ感染症の患者数については、全国約3,000の小児科医療機関（定点）から報告される「感染性胃腸炎」として把握されており、当該項目にはウイルス、細菌及び原虫等による胃腸炎が計上されているため、サルモネラ感染症のみを抽出することはできない。

※2 大腸菌群等の菌数を求める方法の一つで、最確数(Most Probable Number)の略。検体の連続希釈液を3本又は5本ずつの液体培地(試験管)に接種培養して「陽性」となった試験管数の出現率から生菌数(検体中の菌数の最も確からしい数値)を確率論的に推計する方法。一般的には菌数が少ないと思われる検体に用いられる方法。

一方、2005～2008 年の間に実施された能動的サーベイランス※³により食品由来のサルモネラ感染症の患者数を推計した研究があり（参照 18）、その推定値と食中毒患者数とを比較したものが表 6 である。当該表から食品由来患者数（推定）は年間約 145 千～254 千人であり、推定数に対する報告数（統計値）の割合は約 1.6%であることがわかる。

表 6 サルモネラ属菌による食中毒患者数の推計値と統計値との比較

(単位:人)		
年次	食品由来患者数 (推定)	食中毒統計における 患者数(%)
2005	253,997	3,700 (1.46)
2006	145,512	2,053 (1.41)
2007	165,867	3,603 (2.17)
2008	176,098	2,551 (1.45)
合計	741,474	11,907 (1.61)

():推定食品由来患者数に対する% 参照 18 から作成

② 感染性腸炎患者等の年齢構成

感染性腸炎研究会がとりまとめた感染性腸炎（感染性下痢症）入院例の年齢別患者数の調査結果（1996～2000 年、原因菌が腸チフス・パラチフスを除くサルモネラ属菌であったもの）は表 7 のとおりである（参照 12）。当該表では、患者数は 4 歳以下の年齢階級で最も多く、9 歳以下の年齢階級では約 40%となっている。

表 7 サルモネラ感染症により入院した患者の年齢階級別構成

(1996～2000 年)

年齢区分	人数	(%)
0～9歳	227	(40.4)
10～19歳	92	(16.4)
20～29歳	81	(14.4)
30～39歳	42	(7.5)
40～49歳	29	(5.2)
50～59歳	40	(7.1)
60～69歳	33	(5.9)
70歳～	18	(3.2)
合計	562	(100)

参照 12 から作成

③ 食中毒患者等から検出されるサルモネラ属菌の血清型

主として食中毒患者から分離される病原体について、地方衛生研究所から国立感染症研究所感染症情報センターに報告される検出報告のうち、2000～2009 年の間に分離されたサルモネラ属菌について、血清型別の検出数をまとめたものが表 8 である。SE の検出数は 2009 年までの 10 年間では、すべての年において最多検出血清型となっているが、2001 年から検出数は減少傾向で推移し、各年の総検出数に対する割合についても減少している。

※³ 宮城県内の下痢症患者便について原因菌の検出を行っている臨床検査機関から検出状況を把握するとともに、住民 1 万人を対象とした電話調査を基に通常時の医療機関受診率等を推定した研究（参照 18）

表8 食中毒患者等から分離されたサルモネラ属菌の
血清型別検出状況（2000～2009年）

(単位：人)

血清型	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計
Enteritidis	1,731 (54.0)	1,510 (52.7)	1,322 (60.7)	1,433 (58.3)	671 (42.6)	725 (47.4)	360 (32.6)	576 (39.2)	341 (31.5)	225 (28.6)	8,894 (48.7)
Typhimurium	189 (5.9)	125 (4.4)	61 (2.8)	182 (7.4)	122 (7.7)	63 (4.1)	73 (6.6)	95 (6.5)	82 (7.6)	47 (6.0)	1,039 (5.7)
Infantis	140 (4.4)	111 (3.9)	95 (4.4)	106 (4.3)	115 (7.3)	79 (5.2)	67 (6.1)	72 (4.9)	105 (9.7)	87 (11.1)	977 (5.4)
Thompson	93 (2.9)	158 (5.5)	55 (2.5)	53 (2.2)	80 (5.1)	61 (4.0)	43 (3.9)	83 (5.6)	60 (5.5)	62 (7.9)	748 (4.1)
Saintpaul	54 (1.7)	109 (3.8)	71 (3.3)	62 (2.5)	42 (2.7)	34 (2.2)	65 (5.9)	72 (4.9)	70 (6.5)	62 (7.9)	641 (3.5)
Braenderup	0 (1.5)	70 (1.0)	17 (1.3)	16 (0.7)	12 (1.2)	20 (3.3)	9 (1.8)	52 (5.6)	65 (4.5)	7 (2.8)	268 (2.0)
Montevideo	47 (0)	30 (2.4)	29 (0.8)	17 (0.7)	19 (0.8)	50 (1.3)	20 (0.8)	82 (3.5)	49 (6.0)	22 (0.9)	365 (1.5)
Litchfield	0 (0)	0 (0)	17 (0.8)	40 (1.6)	51 (3.2)	35 (2.3)	25 (2.3)	27 (1.8)	19 (1.8)	12 (1.5)	226 (1.2)
Stanley	0	0	0	0	12	10	16	17	22	6	83
Schwarzengrund	0	0	0	0	0	12	5	20	17	0	54
その他	884	677	435	471	380	440	421	374	252	190	4,526
合 計	3,208	2,864	2,179	2,458	1,575	1,529	1,104	1,470	1,082	787	17,893

参照19から作成

④ 死者数

2000～2009年の間の人口動態統計から、死因がサルモネラ属菌による腸管感染症となっている死亡者数等をまとめたものが表9である。死因がサルモネラ属菌による腸管感染症となっている死亡者数は45名報告されており、その約78%が60歳以上であり、40～59歳が約14%、0～14歳が約8%を占めていることが示されている。

表9 サルモネラ属菌による腸管感染症での死亡者数等（2000～2009年）

(単位：人)

年令階級	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計(%)
0～4歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 (0)
5～9歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 (0)
10～19歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 (0)
20～29歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 (0)
30～39歳	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (1.2)
40～49歳	2	-	1	-	-	-	-	-	1	-	4 (4.9)
50～59歳	1	2	3	-	1	1	1	-	1	2	12 (14.6)
60～69歳	2	4	1	2	-	2	2	1	3	-	17 (20.7)
70～79歳	4	5	3	2	1	4	1	1	1	2	24 (29.3)
80～89歳	3	-	-	1	2	4	1	1	-	4	16 (19.5)
90～99歳	1	-	1	1	1	1	-	2	1	-	8 (9.8)
100歳～	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 (0)
不詳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 (0)
合計	13	12	9	6	5	12	5	5	7	8	82 (100)

基本死因分類が「A02 その他のサルモネラ感染症」※4とされたものを集計
 ー:0 死亡率:各年の総人口(推計)に対して1,000万人当たりの死亡者数
 人口動態統計(厚生労働省)から作成

※4 基本死因分類「A02 その他のサルモネラ感染症」には、細分類として「A02.0 サルモネラ腸炎」、「A02.1 サルモネラ敗血症」、「A02.2 局所的サルモネラ感染症」、「A02.8 その他の明示されたサルモネラ感染症」及び「A02.9 サルモネラ感染症、詳細不明」が含まれる。

(4) サルモネラ属菌による食中毒発生状況

① サルモネラ属菌による食中毒の年次別発生状況

2000～2009 年の 10 年間のサルモネラ属菌による食中毒について、年次別発生状況をまとめたものが表10である。当該表から、発生件数、患者数ともに 2000 年以降減少傾向にあり、2009 年にはそれぞれ 2000 年の約 13%、約 22%という状況にある。また、当該 10 年間の死者数の合計は 7 人である。

表10 サルモネラ属菌による食中毒の年次別発生状況(2000～2009 年)

(単位：人)							
年次	発生件数		患者数		死者数		1件当たりの患者数
2000年	518	(208)	6,940	(4,404)	1	(1)	13.4 (21.2)
2001年	361	(132)	4,949	(3,467)	0	(0)	13.7 (26.3)
2002年	465	(119)	5,833	(4,658)	2	(2)	12.5 (39.1)
2003年	350	(130)	6,517	(4,446)	0	(0)	18.6 (34.2)
2004年	225	(90)	3,788	(1,939)	2	(1)	16.8 (21.5)
2005年	144	(67)	3,700	(3,070)	1	(1)	25.7 (45.8)
2006年	124	(63)	2,053	(1,689)	1	(1)	16.6 (26.8)
2007年	126	(58)	3,603	(2,894)	0	(0)	28.6 (49.9)
2008年	99	(39)	2,551	(1,161)	0	(0)	25.8 (29.8)
2009年	67	(40)	1,518	(986)	0	(0)	22.7 (24.7)
合計	2,479	(946)	41,452	(28,714)	7	(6)	16.7 (30.4)

() 内は SE で内数 食中毒統計及び厚生労働省提供データから作成

1999～2009 年の間に発生した患者数 500 名以上の食中毒の概要についてまとめたものが表11である。当該期間内に患者数 500 名以上の食中毒は 6 件発生しており、そのうち SE によるものが 5 件、*S. Oranienburg* と *S. Chester* によるものが 1 件となっている。

サルモネラ属菌は乾燥に強いなどの特徴があり、環境中での生存率が高いため、食品取扱施設等では二次汚染が起こりやすいという傾向がある。1999 年に発生した乾燥イカ菓子を原因とした食中毒(原因菌:*S. Oranienburg*)では、日本のほぼ全都道府県において患者が発生し、患者数は 1,634 名に上っている。

表 1 1 患者数 500 名以上のサルモネラ属菌による食中毒の概要 (1999～2009 年)

(単位：人)							
発生年	原因食品	原因施設	病因物質	患者数	死者数	発生要因	
1999年	イカ乾製品	製造所	<i>S. Oranienburg</i> , <i>S. Chester</i>	1,634	0	製造工場内全体からサルモネラが検出されたことから、製造所内の汚染が製品に移行し、汚染が拡大(二次汚染)	
	ごまあえ、ちくさやき	学校給食施設	S.E	904	0	卵の攪拌に使用していたミキサーを、使用後、洗浄不足のまま原因食品の調理に使用したこと(二次汚染)	
2002年	弁当	仕出屋	S.E	905	0	—	
	不明(給食弁当)	仕出屋	S.E	725	0	鶏卵の取扱い不適正による汚染及び二次汚染が推定	
	シュークリーム	製造所	S.E	644	0	通常の製造能力の約2～9倍の食品数を製造したことから、取扱いが粗雑となり、製品の汚染(二次汚染)、菌の増殖につながったことが推定	
2007年	不明(仕出し弁当)	仕出屋	S.E	1,148	0	調理済み食品の温度管理不良、食品の加熱不足、従事者の衛生知識の不足	

—：記載なし 厚生労働省提供データから作成

② サルモネラ属菌による食中毒の年齢階層別発生状況

2000～2009 年間のサルモネラ属菌による食中毒の年齢階級別患者数は 表1 2 に示すとおりである。サルモネラ属菌による食中毒患者数は 9 歳以下の年齢階級で 21.8%と最も多く、次いで 10～19 歳の 14.3%となっている。

表 1 2 サルモネラ属菌による食中毒の年齢階級別患者数(2000～2009 年)

(単位：人)											
年齢区分	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計 比率(%)
0歳	20	24	17	30	10	2	1	0	1	1	178 (0.3)
1～4歳	636	634	900	641	497	341	402	124	193	101	5,219 (10.1)
5～9歳	674	850	667	575	412	344	306	116	167	166	5,885 (11.4)
10～19歳	861	514	498	857	570	573	259	243	573	184	7,390 (14.3)
20～29歳	957	579	720	869	501	371	251	525	302	208	6,658 (12.9)
30～39歳	950	506	816	797	421	518	208	714	334	266	6,689 (12.9)
40～49歳	845	478	733	693	330	439	163	550	264	175	6,016 (11.6)
50～59歳	894	596	826	813	406	452	172	686	295	173	6,408 (12.4)
60～69歳	577	317	378	594	309	291	125	349	226	119	3,994 (7.7)
70歳～	479	417	253	567	299	299	154	238	171	110	3,359 (6.5)
不詳	47	34	25	81	33	70	12	58	25	15	488 —
合計	6,940	4,949	5,833	6,517	3,788	3,700	2,053	3,603	2,551	1,518	52,284 (100)

厚生労働省提供データから作成

③ サルモネラ属菌による食中毒の死亡者の状況

2000～2009 年間に発生したサルモネラ属菌による食中毒で死亡者の報告のあった事例をとりまとめたものが表13である。当該事例についての詳細な分析結果が認められないことから、死因につながる共通事項は判明していないが、2000年以降の死亡事例7例中6例がSEによるものであることが示されている。また、死亡者の年齢については、7例中4例が60歳以上であり、7例中2例では9歳以下であることが示されている。

表 1 3 サルモネラ属菌による食中毒における死亡事例 (2000～2009 年)

(単位：人)				
年次	死亡者			原因菌の血清型
	人数	性別	年齢	
2000	1	女	70歳～	Enteritidis
2002	1	女	5～9歳	Enteritidis
	1	男	60～69歳	Enteritidis
2004	1	男	40～49歳	Enteritidis
	1	男	70歳～	Haifa
2005	1	男	70歳～	Enteritidis
2006	1	女	5～9歳	Enteritidis

事件ごとに区分して標記 厚生労働省提供データから作成

一方、当該表記載以外(1999年以前)の事例として、基礎疾患のない健常人であって急性経過を示し、死亡した事例も報告されている。すべての事例について急性死とサルモネラの因果関係が明らかになっている訳ではないが、本来自然治癒傾向の強いサルモネラ感染症の中に死亡を含む重症例が存在することは臨床的・細菌学的に注目されるものである(参照 20)。

④ サルモネラ属菌による食中毒の原因食品

2000～2009 年の 10 年間に発生したサルモネラ属菌による食中毒について、原因食品種別の発生状況をまとめたものが表14である。原因食品の判明したものでは、弁当・そうざいなどの複合調理食品が 10 年間の平均で 7.8%と最も多く、次いで卵類及びその加工品、菓子類並びに肉類及びその加工品がそれぞれ、6.7%、2.5%及び 2.2%となっている。

表 1 4 サルモネラ属菌による食中毒の原因食品種別発生件数 (2000～2009 年)

(単位：件数)												
食品種別	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計	(%)
複合調理食品 (%)	29 (5.6)	25 (6.9)	30 (6.5)	24 (6.9)	21 (9.4)	10 (6.9)	15 (12.1)	11 (8.7)	15 (15.2)	13 (19.4)	193	(7.8)
卵類及びその加工品 (%)	42 (8.1)	30 (8.3)	19 (4.1)	19 (5.4)	12 (5.4)	10 (6.9)	7 (5.6)	8 (6.3)	8 (8.1)	10 (14.9)	165	(6.7)
菓子類 (%)	8 (1.5)	8 (2.2)	7 (1.5)	13 (3.7)	9 (4.0)	5 (3.5)	5 (4.0)	4 (3.2)	1 (1.0)	1 (1.5)	61	(2.5)
肉類及びその加工品 (%)	8 (1.5)	10 (2.8)	6 (1.3)	8 (2.3)	8 (3.6)	6 (4.2)	3 (2.4)	4 (3.2)	2 (2.0)	0 (0.0)	55	(2.2)
野菜及びその加工品	6	4	3	5	0	2	0	2	3	1	26	(1.0)
穀類及びその加工品	5	3	0	3	1	1	2	2	2	1	20	(0.8)
魚介類及びその加工品	4	1	4	2	2	1	2	0	2	1	19	(0.8)
乳類及びその加工品	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	5	(0.2)
その他・食品特定	3	6	7	6	4	5	3	2	1	1	38	(1.5)
その他・食事特定	112	58	48	60	36	37	40	55	35	28	509	(20.5)
不明	300	215	341	209	130	67	46	38	30	11	1,387	(56.0)
合計	518	361	465	350	224	144	124	126	99	67	2,478	(79)

(%)：合計に対する食品種別の割合 厚生労働省提供データから作成

当該表において原因食品種別が「肉類及びその加工品」であるものについて、食肉の種類をまとめたものが表15である。当該 10 年間の合計では、鶏肉が 34.5%と最も多く、牛肉 (14.5%)、豚肉 (9.1%) となっている。

表 1 5 肉類及びその加工品が原因食品となったサルモネラ属菌による食中毒の原因食肉の種類別発生件数 (2000～2009 年)

(単位：件数)												
食肉の種類	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計	(%)
鶏肉	1	3	3	2	3	4	0	3	0	0	19	(34.5)
牛肉	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	(3.6)
牛肉(卵)	0	0	2	1	1	0	1	0	1	0	6	(10.9)
豚肉	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3	(5.5)
豚肉(卵)	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	(3.6)
鴨肉	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	(3.6)
鹿肉	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	(1.8)
不明	4	7	1	1	3	1	2	0	1	0	20	(36.4)
合計	8	10	6	8	8	6	3	4	2	0	55	(100)

厚生労働省提供データの「原因食品名」欄に記載されたデータ中に食肉の種類名が記載されているものを抽出。
記載のないものは不明に集計

一方、当該 55 の食中毒事例について、サルモネラ属菌の血清型をまとめたものが表16である。当該 10 年間の合計では、Enteritidis が 47.3%と最も多く、次いで Infantis (7.3%)、Typhimurium (5.5%) となっている。

表 1 6 肉類及びその加工品が原因食品となったサルモネラ属菌による
食中毒における原因菌の血清型（2000～2009 年）

(単位：件数)

血清型	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計 (%)
Enteritidis	2	4	4	5	6	3	1	0	1	0	26 (47.3)
Infantis	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	4 (7.3)
Typhimurium	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3 (5.5)
Hadar	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2 (3.6)
Braenderup	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.8)
Montevideo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.8)
Thompson	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.8)
Narashino	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (1.8)
O4	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4 (7.3)
O7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2 (3.6)
O9	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2 (3.6)
O3 O10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (1.8)
—	1	3	0	1	0	1	0	1	0	0	7 (12.7)
合計	8	10	6	8	8	6	3	4	2	0	55 (100)

厚生労働省提供データの「原因物質名」欄に記載されたデータ中に血清型が記載されているものを抽出
—：血清型の記載のないもの

さらに、当該 55 の食中毒事例について、サルモネラ属菌の血清型と原因となった食肉の種類の関係をまとめたものが表17である。鶏肉が原因となった食中毒では、Enteritidis が 52.6% (10/19) と最も多く、次いで Infantis (10.5%)、Hadar (10.5%) となっている。一方、Enteritidis が原因となった食中毒では鶏肉が 38.5% (10/26) と原因食品となったものが最も多く、次いで牛肉（卵の使われた料理を含む。23.1%）、豚肉（卵の使われた料理を含む。11.5%）となっている。

表 1 7 食肉及びその加工品が原因となったサルモネラ属菌による
食中毒事件数（2000～2009 年）

(単位：件数)

血清型	肉等の種別								合計
	鶏肉	牛肉	牛肉(卵)	豚肉	豚肉(卵)	鴨肉	鹿肉	不明	
Enteritidis	10	0	6	1	2	0	0	7	26
Infantis	2	0	0	1	0	0	0	1	4
Typhimurium	0	0	0	0	0	1	0	2	3
Hadar	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Braenderup	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Montevideo	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Thompson	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Narashino	0	0	0	0	0	0	0	1	1
O4	0	2	0	1	0	1	0	0	4
O7	0	0	0	0	0	0	1	1	2
O9	1	0	0	0	0	0	0	1	2
O3 O10	1	0	0	0	0	0	0	0	1
—	2	0	0	0	0	0	0	5	7
合計	19	2	6	3	2	2	1	20	55

厚生労働省提供データの「原因物質名」欄に記載されたデータ中に血清型が記載されているものを抽出
—：血清型の記載のないもの (卵)：ユッケ、どんぶり物など卵の使用が推測されるもの

⑤ サルモネラ属菌による食中毒の原因施設

2000～2009 年の 10 年間に発生したサルモネラ属菌による食中毒について、原因施設種別の発生状況を取りまとめたものが表18である。飲食店における発生件数は 2000 年と比べ 2009 年は約 1/2 に減少しているが、10 年間全ての年で

最も多く（平均 24.4%）、2000 年の 18.1%から 2009 年の約 68.7%と施設種別の割合では大幅に増加していることがわかる。一方、飲食店に次ぐ発生状況にある家庭では、10 年間で発生件数が約 1/25 と減少し、平均が 11.1%となっており、2000 年の 19.7%から 2009 年の 6.0%と減少傾向にあることが特徴的である。

表 1 8 サルモネラ属菌による食中毒の原因施設種別発生状況（2000～2009 年）

											(単位：件数)
施設種別	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計(%)
飲食店	94	73	68	81	49	41	47	61	46	46	606 (24.4)
(%)	(18.1)	(20.2)	(14.6)	(23.1)	(21.8)	(28.5)	(37.9)	(48.4)	(46.5)	(68.7)	
家庭	102	48	31	21	21	16	13	14	5	4	275 (11.1)
(%)	(19.7)	(13.3)	(6.7)	(6.0)	(9.3)	(11.1)	(10.5)	(11.1)	(5.1)	(6.0)	
仕出屋	11	12	8	10	8	7	3	8	9	0	76 (3.1)
旅館	13	7	7	16	3	4	5	3	4	2	64 (2.6)
保育所	13	7	4	8	8	3	5	1	1	1	51 (2.1)
製造所	9	7	8	7	6	4	4	1	2	0	48 (1.9)
事業所	10	3	8	3	6	2	2	2	3	2	41 (1.7)
病院	8	8	5	3	4	3	1	2	1	2	37 (1.5)
老人ホーム	4	4	1	8	2	6	1	1	1	0	28 (1.1)
学校	3	6	3	4	1	1	0	2	2	0	22 (0.9)
販売店	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	6 (0.2)
幼稚園	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.0)
その他	6	5	1	4	1	0	4	2	0	2	25 (1.0)
不明	244	180	321	185	115	57	37	28	24	8	1,199 (48.4)
合計	518	361	465	350	225	144	124	126	99	67	2,479 (100)

厚生労働省提供データから作成

3 食品の生産、製造、流通、消費における要因

(1) 肉用鶏の生産

① 肉用鶏生産の概要

世界に数千羽と言われているエリート鶏からコマーシャル肉用鶏^{※2}の生産までの流れは図3のとおりである。

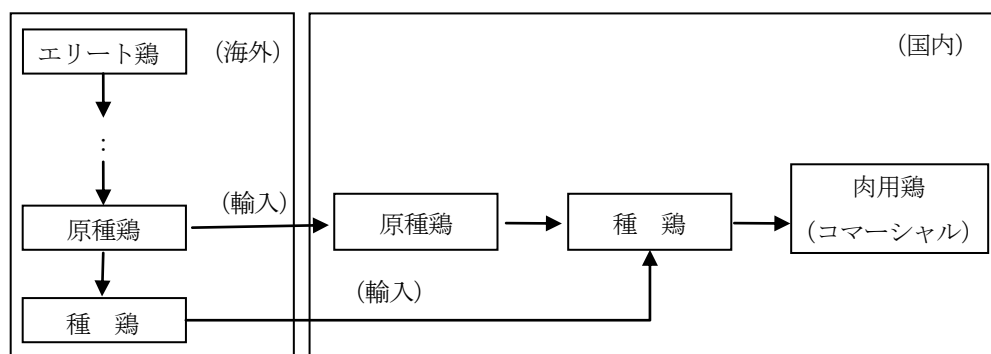


図 3 原種鶏・種鶏の輸入から肉用鶏生産までの流れ

※2 エリート鶏とは、実用鶏（コマーシャル鶏）を作る基礎となる優れた特性をもった鶏をいう。エリートストックともいう。

わが国では原種鶏を約 18 万羽、種鶏を約 30 万羽(2002～2009 年の平均)輸入しており、これらが種鶏場で育成されコマーシャル肉用鶏の種卵を産み、ふ化場でふ化している。このひなが肉用鶏農場に搬入され、出荷日齢まで(約 50～53 日)同一鶏舎で飼育される。最近ではウィンドウレス鶏舎での飼育が多い。給与する配合飼料の原料のほとんどは輸入である。

② コマーシャル肉用鶏生産までの要因

種鶏等がサルモネラ属菌に感染する要因としては以下のものが指摘されている。

- a 汚染ひなの輸入(参照 21, 22)
- b ふ化時、飼育時の感染
- c 飼料由来感染(参照 4)

③ 肉用鶏農場のサルモネラ汚染状況

1995～1998 年に西日本の 35 農場で飼育されているブロイラーについて、サルモネラ属菌の検出状況をまとめたものが表 19 の上段である(参照 23)。調査対象となった 35 農場では、57.1%の農場がサルモネラ属菌に汚染されており、検出されたサルモネラ属菌のうち最も多い血清型は *S. Infantis* (42.9%) であることが報告されている。

一方、1998～2003 年に 1 県内の食鳥処理場において搬入されたブロイラーについて、サルモネラ属菌の検出状況をまとめたものが表 19 の下段である(参照 24)。調査対象となった 252 群、4,024 羽については、178 鶏群(70.6%)、563 羽(14.0%)でサルモネラ属菌が検出されており、検出されたサルモネラ属菌のうち最も多い血清型は *S. Infantis* (93.4%) であることが報告されている。

表 19 養鶏場等におけるブロイラーからのサルモネラ属菌の検出状況
(単位：農場、群、羽)

調査年	検体	検査数	陽性数(%)	分離血清型	分離農場数(%)
1995～1998年	ブロイラー糞便 (農場) ※西日本のブロイラー養鶏農場にて検体採取	35 (農場)	20 (57.1) (農場)	Infantis	15 (42.9)
				Enteritidis	5 (14.3)
				Typhimurium	5 (14.3)
				Hadar	4 (11.4)
				Bredeney	1 (2.9)
				Liverpool	1 (2.9)
				B群UT	1 (2.9)
1998～2003年	ブロイラー盲腸 (鶏群) 4,024 (羽) ※1県内の食鳥処理場にて検体採取	252 (鶏群) 4,024 (羽)	135 (53.6) (鶏群) 563 (14.0) (羽)	Infantis	526 (93.4)
				—	—
				—	—
				—	—
				サルモネラ属菌陽性羽数	563 (100)

UT:型別不能 %:分離数/検査数 —:データなし 参照 23, 24 から作成

2000～2003 年に全都道府県の養鶏場におけるブロイラーのサルモネラ属菌の分離状況をまとめたものが表 20 である(参照 25)。サルモネラ属菌は全調査対象 283 羽のブロイラーの 20.1%から分離されており、その全分離株 91 株の血清型を調べた結果、Infantis が 71.4%と最も多く、次いで Agona(4.4%)、Virchow(4.4%)、Enteritidis(3.3%)等が検出されており、Typhimurium は検出されていないことが報告されている。

表 20 養鶏場におけるブロイラーのサルモネラ属菌分離状況 (2000～2003 年)

(単位：羽、株)

検体	検査羽数	陽性羽数(%)	分離血清型	分離株数(%)
糞便	283	57 (20.1)	Infantis	65 (71.4)
※全都道府県のブロイラー養鶏農場			Agona	4 (4.4)
			Virchow	4 (4.4)
			Enteritidis	3 (3.3)
			Hadar	3 (3.3)
			Thompson	2 (2.2)
			Blockley	2 (2.2)
			Haifa	2 (2.2)
			Istanbul	2 (2.2)
			Newport	2 (2.2)
			UT	2 (2.2)
			分離株数合計	91 (100)

UT:型別不能 家畜衛生分野における薬剤耐性モニタリング体制(JVARM)の第1期調査結果(参照 25)から作成

(2) 処理・製造(加工)

食鳥処理場・食肉処理(加工)施設において食鳥とたい・部分肉がサルモネラ属菌に汚染される要因として、以下のものが指摘される。

- ・ と殺・解体工程等での非汚染鶏と汚染鶏の交差汚染
- ・ 中抜き工程での汚染鶏の内臓破損による食鳥中抜きとたいの汚染
- ・ 冷却工程での非汚染鶏と汚染鶏の交差汚染
- ・ 食肉処理(加工)工程での非汚染鶏と汚染鶏の交差汚染

(3) 流通(販売)

厚生労働省が毎年度行っ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(十数自治体で実施)のうち、鶏肉におけるサルモネラ属菌の検出状況を取りまとめたものが表21である(参照 26)。概ね毎年度実施されている食品のうち、鶏ミンチ肉については平均 33.5%(年度ごとの陽性率:28.2～42.9%)、鶏たたきでは平均 10.8%(年度ごとの陽性率:0～25.0%)の汚染状況にあることが報告されている。検体数は少ないが、鶏肉及び鶏刺しについては、平均でそれぞれ 46.7%、21.0%であったことが示されている。他の畜種の食肉のうち汚染率の最も高い牛ミンチ肉及び豚ミンチ肉と比較し、鶏ミンチ肉は突出して高い汚染率にあることが示されている。

表 21 鶏肉等におけるサルモネラ属菌の検出状況 (1999～2008 年度)

(単位：検体数)

食品	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	合計
ミンチ肉(鶏)	検体数	83	64	54	78	103	110	96	129	196	913
	陽性数	24	19	21	22	26	37	35	38	84	306
	(%)	(28.9)	(29.7)	(38.9)	(28.2)	(25.2)	(33.6)	(36.5)	(29.5)	(42.9)	(33.5)
鶏たたき	検体数	5	22	7	10	47	52	24	34	45	246
	陽性数	0	1	0	1	4	5	6	0	9	26
	(%)	(0)	(4.5)	(0)	(10.0)	(8.5)	(9.6)	(25.0)	(0)	(20.0)	(10.6)
鶏刺し	検体数	—	—	—	—	—	—	33	11	18	62
	陽性数	—	—	—	—	—	—	10	1	2	13
	(%)	—	—	—	—	—	—	(30.3)	(9.1)	(11.1)	(21.0)
鶏肉	検体数	—	—	—	—	—	—	—	—	30	30
	陽性数	—	—	—	—	—	—	—	—	14	14
	(%)	—	—	—	—	—	—	—	—	(46.7)	(46.7)
ミンチ肉(牛)	検体数	244	305	201	172	188	165	127	146	137	1,685
	陽性数	6	6	1	0	2	3	2	2	3	25
	(%)	(2.5)	(2.0)	(0.5)	(0)	(1.1)	(1.8)	(1.6)	(1.4)	(2.2)	(1.5)
ミンチ肉(豚)	検体数	149	138	130	170	148	194	167	190	177	1,463
	陽性数	3	7	6	1	5	9	4	9	7	51
	(%)	(2.0)	(5.1)	(4.6)	(0.6)	(3.4)	(4.6)	(2.4)	(4.7)	(4.0)	(3.5)

—：データなし 毎年度十数自治体で調査実施されている食品の食中毒菌汚染実態調査結果(参照 26)から作成

市販鶏肉について、長期間(1993～2008 年)のサルモネラ属菌汚染実態調査結果(2自治体分)をまとめたものが、表22である(参照 27, 28)。市販鶏肉(国産及び輸入鶏肉)のサルモネラ属菌陽性率は 36.2～67.9%と高い数値で推移しており、国産、輸入の別でみると、国産鶏肉では 40.3～68.9%、輸入鶏肉で 0～50.0%であることが示されている。

表 2 2 2 自治体で流通している市販鶏肉のサルモネラ属菌汚染状況
(1993～2008 年)
(単位：検体数)

年次	A市										B県				
	国産鶏肉			輸入鶏肉			不明鶏肉			合計			市販鶏肉		
	検査数	陽性数	(%)	検査数	陽性数	(%)	検査数	陽性数	(%)	検査数	陽性数	(%)	検査数	陽性数	(%)
1993年	181	73	(40.3)	2	1	(50.0)	7	5	(71.4)	190	79	(41.6)	—	—	—
1994年	179	116	(64.8)	8	3	(37.5)	5	2	(40.0)	192	121	(63.0)	—	—	—
1995年	171	110	(64.3)	3	1	(33.3)	6	4	(66.7)	180	115	(63.9)	—	—	—
1996年	111	70	(63.1)	4	2	(50.0)	11	8	(72.7)	126	80	(63.5)	—	—	—
1997年	98	56	(57.1)	2	0	(0)	8	5	(62.5)	108	61	(56.5)	—	—	—
1998年	106	73	(68.9)	2	1	(50.0)	1	0	(0)	109	74	(67.9)	—	—	—
1999年	55	36	(65.5)	47	13	(27.7)	0	0	—	102	49	(48.0)	34	4	(11.8)
2000年	52	30	(57.7)	51	18	(35.3)	0	0	—	103	48	(46.6)	35	19	(54.3)
2001年	93	53	(57.0)	25	9	(36.0)	4	2	(50.0)	122	64	(52.5)	33	15	(45.5)
2002年	54	23	(42.6)	22	6	(27.3)	7	5	(71.4)	83	34	(41.0)	32	14	(43.8)
2003年	70	33	(47.1)	24	10	(41.7)	2	0	(0.0)	96	43	(44.8)	39	21	(53.8)
2004年	78	33	(42.3)	13	5	(38.5)	5	3	(60.0)	96	41	(42.7)	53	13	(24.5)
2005年	76	39	(51.3)	4	0	(0)	5	1	(20.0)	85	40	(47.1)	39	21	(53.8)
2006年	89	45	(50.6)	2	1	(50.0)	0	0	—	91	46	(50.5)	40	13	(32.5)
2007年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	22	(55.0)
2008年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	18	(37.5)

A市：参照 27 B県：参照 28 —：データなし A市とB県のデータを統合作成

当該調査結果で検出されたサルモネラ属菌の血清型を2006年までの8年間分の推移を年次別に整理したものが表23である(参照 27, 28)。市販鶏肉から検出される血清型は Infantis が突出して多く(65.0%)、次いで Enteritidis(10.0%)、Manhattan(4.6%)、Hadar(3.5%)及び Typhimurium(3.0%)であることが報告されている。

表 2 3 汚染実態調査(2自治体分)の結果検出されたサルモネラ属菌の血清型
(1999～2008 年)
(単位：検体数)

血清型	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	合計(%)	
Infantis	35	43	58	36	42	40	50	49	353	(67.6)
Enteritidis	12	13	10	5	9	4	1	1	55	(10.5)
Manhattan	0	0	0	2	5	3	3	7	20	(3.8)
Hadar	6	7	1	1	4	0	1	0	20	(3.8)
Typhimurium	3	1	4	1	0	3	3	1	16	(3.1)
Schwarzengrund	0	0	0	1	1	0	1	2	5	(1.0)
Virchow	2	0	2	1	2	0	0	0	7	(1.3)
Yovokome	0	0	0	1	0	1	0	0	2	(0.4)
Sofia	0	1	2	0	0	0	0	1	4	(0.8)
Agona	0	0	0	0	3	0	1	0	4	(0.8)
Haifa	0	0	2	0	1	0	1	0	4	(0.8)
Corvallis	0	1	0	0	0	0	1	0	2	(0.4)
Eppendorf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(0.0)
その他	3	6	4	4	5	4	3	1	30	(5.7)
合計	61	72	83	52	72	55	65	62	522	(100)

参照 27 と参照 28 のデータを統合作成

また、別の県の市販鶏肉の汚染状況を取りまとめたものが表24である(参照 29, 30, 31)。国産鶏肉では 9.5～63.8%、輸入鶏肉で 13.6～17%の汚染が認められている。

表 2 4 市販鶏肉のサルモネラ属菌汚染状況

(単位：検体数)								
検体	検査数	陽性数(%)		内訳	陽性数(%)		検体採取	備考
鶏肉(国産)	21	2	(9.5)	Infantis	2	(9.5)	1999年5月～2001年3月	参照30
鶏肉(輸入)	59	8	(13.6)	Enteritidis	6	(10.2)	X県内にて購入した市販鶏肉	
				Virchow	2	(3.4)		
鶏ひき肉	60	7	(11.7)	Infantis	6	(10.0)	2000年11月～2001年4月	参照31
				Typhimurium	1	(1.7)	Y県内にて購入した市販鶏肉	
鶏肉(国産)	210	134	(63.8)	Infantis	111	(52.9)	2002年4月～2003年2月	参照29
				Haifa	11	(5.2)	市販鶏肉	
				Manhattan	7	(3.3)	※血清型別陽性数は菌株数	
				Yovokome	4	(1.9)		
				Hadar	3	(1.4)		
				Typhimurium	2	(1.0)		
				Bredeney	1	(0.5)		
				Agona	1	(0.5)		
				OUT	33	(15.7)		
鶏肉(輸入)	47	8	(17.0)	Enteritidis	8	(17.0)		

(4) 消費

① 調理時の交差汚染

調理時の交差汚染については、調理器具を介した汚染と手指を介した汚染の両方が発生する可能性がある。2007 年度に食品安全委員会が行った一般消費者を対象としたアンケート調査結果に基づき(参照 32)、家庭及び飲食店における調理時の交差汚染の発生確率を推定したものが表25及び表26である。調理器具を介した交差汚染については、生鶏肉を調理した後に他の食材を調理する手順の場合又は決まっていない場合であって、同じ調理器具を使用する場合に発生する可能性があると考えられる(表25では太枠内が該当)。当該交差汚染の可能性については、家庭で 30.7%、飲食店で 21.0%となっている。手指を介した交差汚染については、調理中に生鶏肉を扱った後以外に手洗いを行う場合に発生する可能性があり、家庭で約 25%、飲食店で約 20%となっている。

表 2 5 調理手順及び調理器具の取扱いに係るアンケート調査結果

(単位：%)			
調理手順及び調理器具の取扱いの形態		回答者の割合 ²	
調理手順	調理器具の取扱い ¹	家庭	飲食店
生鶏肉→他の食材	別の調理器具を使用	2.1	11.5
	同じ調理器具を使用	7.1	3.5
他の食材→生鶏肉	別の調理器具を使用	7.5	28.9
	同じ調理器具を使用	30.5	12.4
決まっていない	別の調理器具を使用	3.8	16.3
	同じ調理器具を使用	23.6	17.5

*1: 生鶏肉の調理と他の食材の調理とで、使用している調理器具は同じか別かを使用しているか

*2: アンケート調査では、調理器具としてまな板・包丁について尋ねているが、家庭ではまな板・包丁を使わない、あるいは調理をしないとの回答が 25.4%、飲食店ではまな板・包丁を使わないとの回答が 9.9%あったため、各々の合計は 100%に一致しない。

家庭：一般消費者約 6,000 人を対象として実施 飲食店：飲食店従事者約 500 人を対象として実施

表 2 6 手洗いに係るアンケート調査結果

(単位：％)

手洗い時点	回答者の割合	
	家庭	飲食店
調理中に生鶏肉を扱った後	74.8	77.1
調理中に生鶏肉を扱った後以外	25.2	22.9

② 非加熱及び加熱不十分鶏肉の喫食割合

①に記載のアンケート調査結果に基づき、家庭及び飲食店において鶏肉を非加熱の状態で喫食する割合及び加熱不十分な状態で喫食する割合をまとめたものが表27及び表28である。鶏肉の生食割合については、家庭で 19.5%、飲食店等で 16.8%であり、加熱不十分な状態で喫食する割合については、家庭で 9.6%、飲食店等で 5.7%であった。

表 2 7 非加熱喫食（生食）割合

(単位：％)

区 分		回答割合
家 庭	する	19.5
	しない	80.5
飲食店等	する	16.8
	しない	83.2

表 2 8 加熱不十分喫食割合

(単位：％)

区 分		回答割合
家 庭	ある	9.6
	ない	90.4
飲食店等	ある	5.7
	ない	94.3

調理後の鶏肉の中心部が紅色を呈するものを加熱不十分な場合として調査

4 問題点の抽出

1～3で整理された現状から公衆衛生上の問題点(課題)を抽出し、以下のとおり整理した。なお、当該問題点を踏まえ、求められるリスク評価及び評価を行う上で必要とされるデータ等については、6に整理することとする。

(1) 鶏肉のサルモネラ属菌汚染は他の食肉への汚染と比較して高い状況にあるが、それが食中毒の発生にどの程度寄与しているのか明確となっていないこと

自治体で実施された市販鶏肉を対象とした複数のサルモネラ属菌汚染状況調査(表22及び表24)の結果から、それぞれ 11.8～52.5%、9.5～63.8%の範囲で汚染が確認されている。一方、鶏肉の汚染率については、食品の食中毒菌汚染実態調査結果(全国の十数自治体により実施)から、牛肉及び豚肉より高いことも確認されている(表21)。しかし、鶏肉のサルモネラ属菌による汚染がどの程度食中毒の発生に寄与しているのか明確となっていない。

(2) 生鳥及び鶏肉から検出される主な血清型は Infantis であり、食中毒等の患者から検出される主な血清型の Enteritidis とは異なっており、その差異の原因が明確となっていないこと

養鶏場又は食鳥処理場において生鳥の糞便等から検出されるサルモネラ属菌の血清型については、Infantis の割合が 42.9～93.4%と突出して多いことが示されている(表19及び表20)。また、100 検体以上が検査対象となった鶏肉から検出されるサルモ

ネラ属菌の血清型でも *Infantis* の割合が 52.9～65%と突出して多いことが示されている(表23及び表24)。

一方、肉類及びその加工品が原因食品となったサルモネラ属菌食中毒の原因菌の血清型では、*Enteritidis* の割合が突出して多く、47.3%となっている(表16)。この差が宿主における感受性に起因するのか、又は病原体の血清型による病原性、環境での残存性などに起因しているのかが明確にされていない。

(3) 鶏肉の生食がどの程度食中毒の発生に寄与しているのか明確となっていないこと

家庭又は飲食店において、鶏肉を非加熱状態で喫食する人の割合は 19.5%又は 16.8%(表27)であり、加熱不十分な状態で喫食する割合を合わせれば、それぞれ 29.1%又は 22.5%(表27及び表28)となっており、食中毒要因の一つと考えられているが、どの程度食中毒の発生に寄与しているか明確となっていない。

5 対象微生物・食品に対する規制状況等

(1) 国内規制等

① 輸入段階での措置

農林水産省では 1991 年 11 月 1 日以降、SE 及び ST を初生ひなのサルモネラ検査対象として、輸出国に対する検疫証明書添付と着地検疫による感染ヒナの淘汰又は返送が行われている。(輸入初生ひな等の検疫強化疾病検査要領、初生ひなの輸入検疫要領)

② 農場段階での措置

農林水産省では、家畜伝染病予防法の改正により SE、ST などの鶏のサルモネラ症を届出伝染病に指定するとともに、「採卵養鶏場におけるサルモネラ対策指針」を制定し(1998 年)、サルモネラ侵入防止対策、ワクチン接種による防疫対策、HACCP 方式の導入、清浄化対策等の孵卵場及び採卵養鶏場における総合的な衛生管理対策を進めている。さらに、生産段階における鶏卵のサルモネラ汚染を防止するため、「鶏卵のサルモネラ総合対策指針」(2005 年)に基づく対策を進めている。

一方、業界団体の日本養鶏協会においても「採卵養鶏場におけるサルモネラ対策指針」に基づき、清浄ひなの導入や飼料の給与、一般衛生管理に加えて汚染養鶏場における換羽誘導の中止を要請している。さらに、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衛生管理基準(平成 16 年農林水産省令第 68 号)が定められ、農場における適切な一般衛生管理の実施を推進している。

③ 農場段階でのその他の対策

サルモネラに非常に感受性の高いふ化直後のひなには、健康な成鶏の盲腸内容の嫌氣的培養物又はその希釈液を投与し早期に腸内細菌叢を形成させる製品も使用されている(参照 33)。

さらに、生薬（ガジュツ）の飼料添加での実験報告例があり（参照 34）、生菌剤（参照 35）などが使用されている。なお、抗菌剤は、鶏群内個体数の損耗の激しい時には使用され、損耗防止には有効であり排菌も無くなるが、投与を中止すると投与前に排菌され周囲を汚染したサルモネラに食糞などによって再感染するため推奨されていない。ワクチンは欧米諸国では使用されているが、わが国では承認されていない。

④ 食鳥処理場における対策

食鳥処理場の衛生確保については、食鳥処理の事業の規制及び食鳥処理に関する法律に基づき、食鳥処理に関して一般的な衛生管理が義務づけられている。さらに、厚生労働省では、サルモネラ、カンピロバクター等微生物による汚染対策を念頭に置いて、HACCP システムの考え方を取り入れた「食鳥処理場における HACCP 方式による衛生管理指針」（1992 年）及び「一般的な食鳥処理場における衛生管理総括表」（2006 年）を公表し、各食鳥処理場において、当該指針に基づく衛生管理が進められている。サルモネラ属菌対策については、当該指針等に基づき、湯漬けにおける適正な温度管理、腸内容物による食鳥とたいへの汚染防止のための機械の正常化稼働の確認、冷却における適正な塩素濃度等の確保が進められている。

⑤ 製造・加工・流通・調理段階での措置

食品、添加物等の規格基準（1959 年厚生省告示第 370 号、以下「食品の規格基準」という。）には、鶏肉中のサルモネラ属菌に関する規格は設けられていない。しかし、食肉全般に関して 10℃以下（細切りした食肉を凍結させ、容器包装に入れられたものは－15℃以下）での保存が課されている。

なお、鶏肉を用いた製造・加工品のうち、サルモネラ属菌に関する規格が設けられているものは食肉製品であり、その概要は以下のとおりである。

●食肉製品の成分規格（サルモネラ属菌に関する微生物規格のみ）

- ①非加熱食肉製品 サルモネラ属菌 陰性
- ②特定加熱食肉製品 サルモネラ属菌 陰性
- ③加熱食肉製品（加熱殺菌後包装） サルモネラ属菌 陰性

⑥ 消費段階での措置

厚生労働省では、「家庭でできる食中毒予防の 6 つのポイント」を公表し、消費段階での食中毒防止対策を進めている。

（2）諸外国における規制及びリスク評価

① 規制等

鶏肉等についてサルモネラ属菌の規格が定められている国等の例を以下のとおり例示する。

- a EU
 - 加熱調理用の家禽肉の挽肉と精肉:n=5, c=0, m=陰性(25g 中)^{※3}
 - 家禽肉以外の加熱調理用の挽肉および精肉:n=5, c=0, m=陰性(10g 中)
 - 食肉製品(家禽肉由来加熱調理用):n=5, c=0, m=陰性(10g 中)
 - ブロイラーおよび七面鳥の屠体:n=50, c=7, m=陰性(首肉をプールしたもの25g 中)
- b カナダ
 - 骨抜き家禽の肉製品(調理済み):n=5, c=0, m=0
- c その他
 - 米国については、HACCP に関する規則中に、工程管理の基準が定められている (参照 36)

② リスク評価事例

- a FAO/WHO. 鶏卵及びブロイラー鶏肉におけるサルモネラ属菌のリスク評価－微生物学的リスク評価シリーズ1及び2 (Microbiological Risk Assessment Series 1, 2 - Risk Assessments of *Salmonella* in Eggs and Broiler Chickens. 2002)

③ その他

コーデックス委員会では「鶏肉中の *Campylobacter* 及び *Salmonella* 属菌の管理のためのガイドライン」を策定中である。(食品衛生部会で Step5/8 に進めることで合意され、2011 年 7 月に開催される総会で採択される予定)

6 求められるリスク評価と今後の課題

(1) 求められるリスク評価

- ① 鶏肉を介したサルモネラ感染症のリスクの推定
- ② 対策効果の推定
 - 農場での汚染率低減
 - 食鳥処理場での汚染拡大防止策
 - カット工場での汚染拡大防止策
 - 冷蔵あるいは冷凍流通
 - カット工場出荷時あるいは流通段階における微生物規格設定
 - 飲食店や消費者への啓発による加熱調理の徹底

(2) 今後の課題

- ① リスクプロファイルの更新に向けた課題
 - 血清型 Enteritidis と Infantis その他の血清型とのヒトに対する病原性等の差異に関する究明が必要
- ② リスク評価を行う場合に必要とされるデータ
 - 血清型別の違いによる用量反応の検討結果

^{※3} 2階級法による検体採取法と基準値。n：検体数、c：基準値mを満たさないが、許容される検体数、m：基準値

- 農場段階でのサルモネラ汚染率・汚染菌数
- 食鳥処理場での汚染率・汚染菌数
- 外国産鶏肉の汚染率・汚染菌数
- カット工場での汚染率・汚染菌数
- 市販流通段階での汚染率・汚染菌数
- 喫食頻度、喫食量、喫食態様(食べ方)

<参照>

- 1 Grimont P. A. D. , Weill F. X. Antigenic formulae of the *Salmonella* serobars 9th ed. 2007, WHO Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*.
- 2 病原微生物検出情報 2005, vol. 26, no. 4, p. 92-93.
- 3 田口真澄, 泉谷秀昌. “A 細菌感染症 1 *Salmonella*. ” 仲西寿男, 丸山務 監修, 食品由来感染症と食品微生物 2009, p.154-191, 中央法規出版.
- 4 WHO. Guidelines on prevention and control of Salmonellosis. 1983.
http://whqlibdoc.who.int/hq/pre-wholis/VPH_83.42_%28p1-p66%29.pdf.
- 5 ICMSF-International Commission on Microbiological Specifications for Foods. “14 *Salmonella*”. Micro-organisms in foods 5 : Characteristics of microbial pathogens. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 1996, p. 225-264.
- 6 CCFH Working Group on Guidelines for control of Campylobacter and Salmonella spp. in broiler (young bird) chicken meat. Food safety risk profile for *Salmonella* species in broiler (young) chickens. 2007.
<http://www.nzfsa.govt.nz/policy-law/codex/cac-and-subsidiary-bodies/ccfh-wg-june-07-risk-profile-salmonella.pdf>
- 7 Brackett R. E. , Schuman J. D. , Ball H.R. , Scouten A. J. Thermal inactivation kinetics of *Salmonella* spp. within intact eggs heated using humidity-controlled air. Journal of Food Protection 2001, vol. 64, no. 7, p. 934-938.
- 8 Aljarallah K.M. , Adams M.R. Mechanisms of heat inactivation in *Salmonella* serotype Typhimurium as affected by low water activity at different temperatures. Journal of Applied Microbiology 2007, vol. 102, no. 1, p. 153-168.
- 9 病原体検出情報 2003, vol. 24, no. 8, p. 179-180.
- 10 病原体検出情報 2006, vol. 27, no. 8, p. 191-206.
- 11 泉谷秀昌, 田村和満, 渡辺治雄. “感染性食中毒 1 サルモネラ”. 治療学 2000, vol. 34, no. 7, p. 711-715.
- 12 小花光夫, 相楽裕子, 青木知信, 金龍起, 滝沢慶彦, 角田隆文 他. 『感染性腸炎の細菌の動向』－1996～2000 年における感染性腸炎研究会の調査成績より－. 感染症学雑誌. 2002, vol. 76, no. 5, p. 355-368.
- 13 Cianflone N. F. C. Salmonellosis and the GI tract: More than just peanut butter. Current Gastroenterology Reports 2008, vol. 10, no. 4, p. 424-431.
- 14 相楽裕子. “感染性胃腸炎”. 感染症の診断・治療研究会編集, 感染症の診断・治療ガイドライン. 1999, p.190-193. 日本医師会発行.
- 15 FAO/WHO. ” 3.5.2 Epidemiological data summary and analysis” . Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens : Microbiological risk assessment series, no. 2, technical report, 2002, p. 76-89.
- 16 D'Aoust J.-Y. Infective dose of *Salmonella* Typhimurium in cheddar cheese. American Journal of Epidemiology 1985, vol. 122, no. 4, p. 717-720.

- 17 Hockin J. C. , D'Aoust J.-Y. , Bowering D. , Jessop J. H. , Khanna B. , Lior H. , et al. An international outbreak of *Salmonella* Nima from imported chocolate. *Journal of Food Protection* 1989, vol. 52, no. 1, p. 51-54.
- 18 鶏病研究会. ブロイラー養鶏場における HACCP の導入とその問題. 鶏病研究会報 2005, vol. 41, p. 3-21.
- 19 病原体検出情報. 最新の細菌検出状況・集計表.
<http://idsc.nih.go.jp/iasr/virus/bacteria-j.html>
- 20 病原微生物検出情報 1997, vol. 18, no. 3, p. 32-33.
- 21 鶏病研究会. ブロイラー養鶏場における HACCP の導入とその問題. 鶏病研究会報 2005, vol. 41, p. 3-21.
- 22 市原 譲. 輸入ヒナの検疫と *Salmonella Enteritidis* 感染症. *臨床獣医* 1994, vol. 12, no. 2, p. 41-47.
- 23 Murakami K. , Horikawa K. , Ito T. , Otsuka K. Environmental survey of *Salmonella* and comparison of genotype character with human isolates in western Japan. *Epidemiology and Infection* 2001, vol. 126, p. 159-171.
- 24 Shahada F. , Chuma T. , Tobata T. , Okamoto K. , Sueyoshi M. , Takase K. Molecular epidemiology of antimicrobial resistance among *Salmonella enterica* serovar Infantis from poultry in Kagoshima, Japan. *International Journal of Antimicrobial Agents* 2006, vol. 28, p. 302-307.
- 25 Asai T. , Esaki H. , Kojima A. , Ishihara K. , Tamura Y. , Takahashi T. Antimicrobial resistance in *Salmonella* isolates from apparently healthy food-producing animal from 2000 to 2003: the first stage of Japanese veterinary antimicrobial resistance monitoring (JVARM). *Journal of Veterinary Medical Science* 2006, vol. 68, no. 8, p. 881-884.
- 26 厚生労働省. 食品の食中毒菌汚染実態調査 (平成 11~20 年度集計結果) .
- 27 北爪晴恵, 松本裕子, 石黒裕紀子, 山田三紀子, 武藤哲典, 泉谷秀昌. 市販鶏肉から分離された *Salmonella Enteritidis* の疫学解析. *日本食品微生物学会雑誌* 2008, vol. 25, no. 1, p. 36-41.
- 28 村上光一, 堀川和美, 小田隆弘. 64. 福岡県における鶏肉のサルモネラ汚染状況を明らかにし、サルモネラの食中毒発生の予防に資するための研究. 財団法人大同生命厚生事業団. 平成 19 年度地域保健福祉研究助成報告書 2008, p. 312-316.
- 29 平成 17 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業『食中毒菌の薬剤耐性に関する疫学的・遺伝学的研究』(主任研究者 渡邊治雄): 分担研究「食中毒菌の薬剤耐性に関する疫学的・遺伝学的研究」分担研究者 甲斐明美, 2006, p. 128-148.
- 30 土井りえ, 小野一晃, 斎藤章暢, 大塚佳代子, 柴田穰, 正木宏幸. 市販食肉におけるサルモネラとリステリアの汚染状況. *日獣会誌* 2003, vol. 56, p. 167-170.
- 31 森田幸雄, 壁谷英則, 丸山総一, 長井章, 奥野英俊, 中林良雄 他. 市販鶏ひき肉における *Arcobacter*, *Campylobacter* および *Salmonella* の汚染状況. *日獣会誌* 2003, vol. 56, p. 401-405.

- 32 平成 19 年度食品安全確保総合調査：鶏肉を主とする畜産物中のカンピロバクター・ジェジュニ／コリの食品健康影響評価に関する調査. (株)三菱総合研究所. 2007.
- 33 中村政幸, 方波見将人, 竹原一明, 森腰俊亨. CE 製品の投与方法および投与場所の検討：寒天固化物を中心として. 鶏病研究会報 2000, vol. 36, no. 2, p. 82-90.
- 34 中村政幸, 矢島佳世, 西村肇, 永田知史, 竹原一明, 井上雅彦. 採卵育成鶏における生薬の *Salmonella* Enteritidis 排菌抑制効果. 鶏病研究会報 2001, vol. 27, no. 4, p. 217-223.
- 35 今井康雄. 小川めぐみ, 藤井誠一, 並松孝憲, 矢澤慈人, 奥田陽 他. 採卵鶏ひなにおける生菌剤混合物の *Salmonella* Enteritidis に対する増殖抑制効果および CE 製品との併用効果. 鶏病研究会報 2000, vol. 36, no. 3, p. 139-144.
- 36 USDA/FSIS. Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems (9 CFR Parts 304, 308, 310, 320, 327, 381, 416, and 417) . Federal Register 1996, vol. 61, no, 144, p. 38806- 38989.
<http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/93-016F.pdf>

「生食用食肉を取り扱う施設に対する緊急監視の結果について」(2011年6月14日、厚生労働省)

厚生労働省が都道府県等に対し生食用食肉を取り扱う施設の緊急監視を要請し、19,856 施設に対して立入り検査が行われ、10,405 施設(52.4%)が衛生基準通知に適合していることが報告された。

結果の概要

ア. 生食用食肉を取り扱っている施設は、飲食店営業、食肉処理業及び食肉販売業の営業施設のうち 19,856 施設であった。

イ. このうち衛生基準通知に適合している施設は 10,405 施設(52.4%)であり、飲食店営業は 7,086 施設(48.2%)、食肉処理業は 438 施設(65.0%)、食肉販売業は 2,881 施設(64.4%)であった。

ウ. 衛生基準通知に適合していなかった施設(9,451 施設)において項目別にみると、自主検査が実施されていない施設が最も多く(8,036 施設、85.0%)、次いで、器具の洗浄消毒に 83℃以上の温湯が用いられていない施設(4,851 施設、51.3%)、トリミングが適正に行われていない施設(3,106 施設、32.9%)の順であった。

エ. 生食用食肉を取り扱っている飲食店営業施設(14,708 施設)のうち、生食用加工を行った施設等を掲示している施設は 9,145 施設(62.2%)、業者間取引において生食用の加工を行っているか否かの文書による確認を行っている施設は 10,243 施設(69.6%)であった。

2. 今後の対応

本監視結果を踏まえ、厚生労働省は、以下の事項を都道府県等に要請した。

ア. 衛生基準通知に適合しなかったため、生食用食肉の取扱いを中止するよう指導した施設について、引き続き、監視指導を行い、当該施設が取扱いを再開しようとする場合は、改善結果について衛生基準に適合していることを確認すること。

イ. 生食用食肉を取り扱う施設(新たに提供を開始する施設を含む)については、引き続き夏期一斉取締り等において、監視指導を行い、衛生基準通知が徹底されるよう重ねて指導すること。

ウ. 生食用食肉を提供する飲食店においては、引き続き、生食用の加工を行った施設等について、店内、メニュー等に掲示を指導するとともに、業者間取引において生食用の加工を行っているか否かの文書による確認を行うよう指導すること。

なお、引き続き、政府広報等を通じて、生食用食肉の衛生基準に適合した

食肉であっても、子どもや高齢者、抵抗力の弱い方々が生の肉を食べないように周知していくこととしている。

平成23年度食品安全確保総合調査「腸管出血性大腸菌の食品健康影響評価に関する調査」成績の概要

生食用牛肉の加工・調理段階の工程でトリミング作業があるが、この工程による微生物汚染低減効果の科学的なデータは極めて少ない。そこで、トリミング及び加熱処理によるリスク低減効果を検証するため、以下の調査を実施した。

1) 試験方法

①試験概要

- ・市販牛肉(モモ肉)を約 500 g の塊に切り分けて試料とした。
- ・試料を腸管出血性大腸菌またはサルモネラ属菌の混合菌液に浸漬させた後、10℃で24時間保存した。
- ・保存後の試料を湯浴中に浸漬し、加熱試料とした。また、未処理の試料を未加熱試料とした。
- ・加熱試料及び未加熱試料について、試料表面を切断(トリミング)し、表面試料と内部試料に二分した。
- ・表面試料及び内部試料について、腸管出血性大腸菌又はサルモネラ属菌、及び糞便系大腸菌群を測定した。

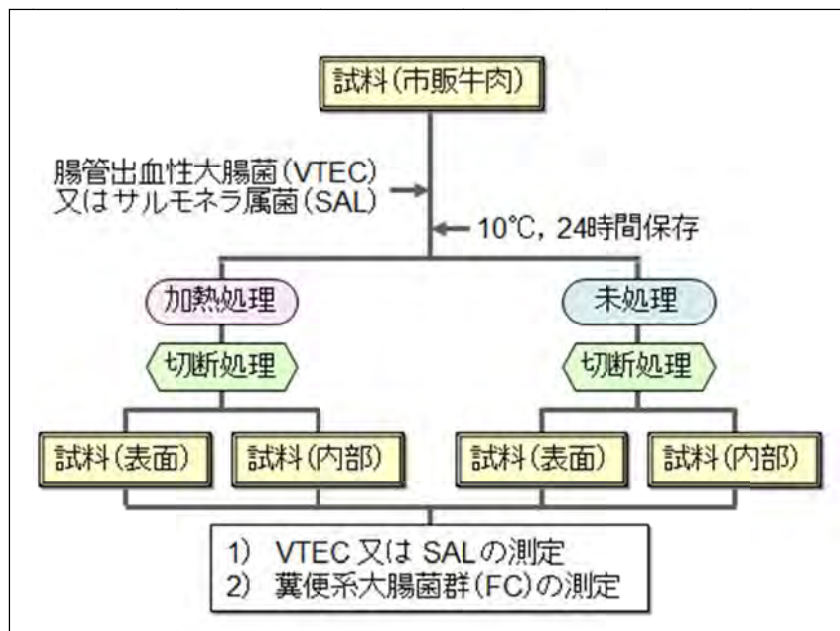


図1 試験の概要

②試験菌液の調製

1～5×10⁵/ml となるように調製した腸管出血性大腸菌(試験菌株 a～c)の菌液を等量混合して、腸管出血性大腸菌の混合菌液とした。また、1～5×10⁵/ml となるように調製したサルモネラ属菌(試験菌株 d～f)の菌液を等量混合して、サルモネラ属菌の混合菌液とした。

【試験菌株】

- a. *Escherichia coli* ATCC 43895(血清型 O157, VT1&2)
- b. *Escherichia coli* RIMD 05091876(血清型 O26, VT1)
- c. *Escherichia coli* RIMD 05092028(血清型 O111, VT1&2)
- d. *Salmonella* Typhimurium NBRC 12529
- e. *Salmonella* Enteritidis NBRC 3313
- f. *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028

③試料の調製（菌液浸漬処理）

腸管出血性大腸菌又はサルモネラ属菌の混合菌液に試料の約 1/2 の部分を浸し、試料表面に試験菌を付着させた。次に、浸漬部分を上にした状態の試料を 10℃で 24 時間保存した(図 2)。

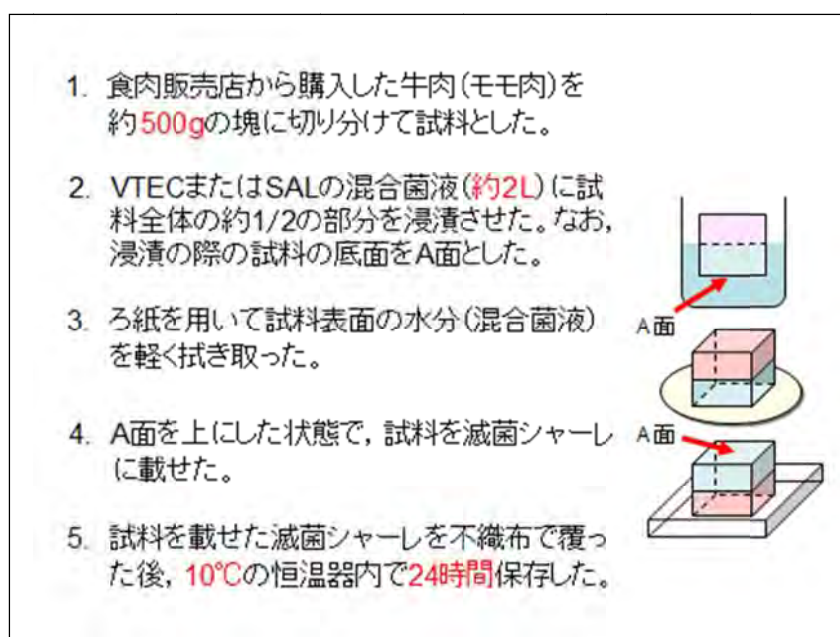


図2 試料の調製（菌液浸漬処理）

④試料の加熱処理

保存後の試料を 85℃の湯浴中に 1, 7, 10 及び 15 分間浸漬し、加熱試料とした。また、未処理の試料を未加熱試料とした(図 3)。

⑤試料の切断処理（トリミング）

加熱試料及び未加熱試料について、試料表面を約 2 cm の厚みに切断(トリミング)し、表面試料とした。また、表面試料を取り除いた残りの部分を内部試料とした(図 3)。

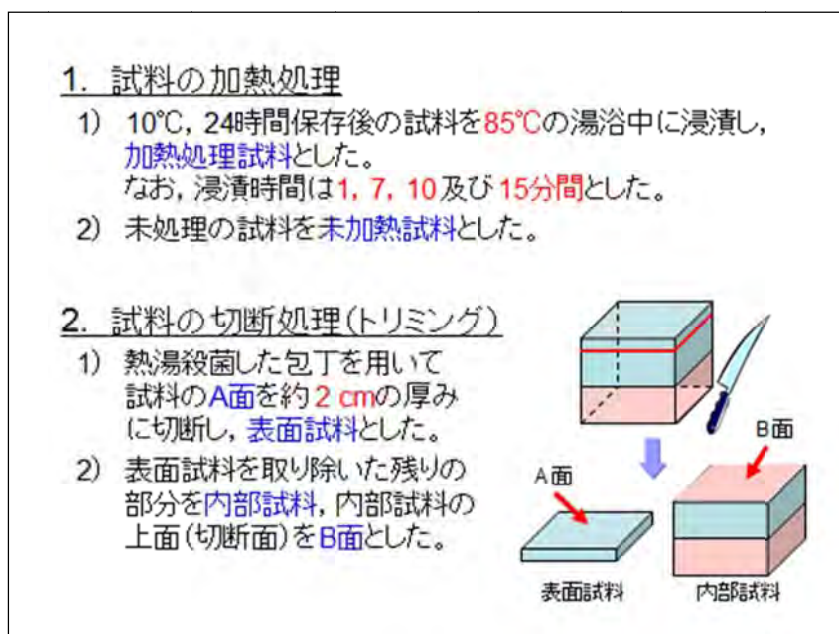


図 3 試料の加熱・切断処理

⑥微生物試験の実施

表面試料の表面(切断面と反対の面)から 5 cm × 5 cm × 1 cm の部位を切り出して微生物試験用の試料とした(図 4)。また、内部試料の表面(切断面)から 5 cm × 5 cm × 1 cm の部位を切り出して微生物試験用の試料とした。各試料について腸管出血性大腸菌又はサルモネラ属菌、及び糞便系大腸菌群を測定した。なお、微生物試験を実施した試料数を図 5 に示した。

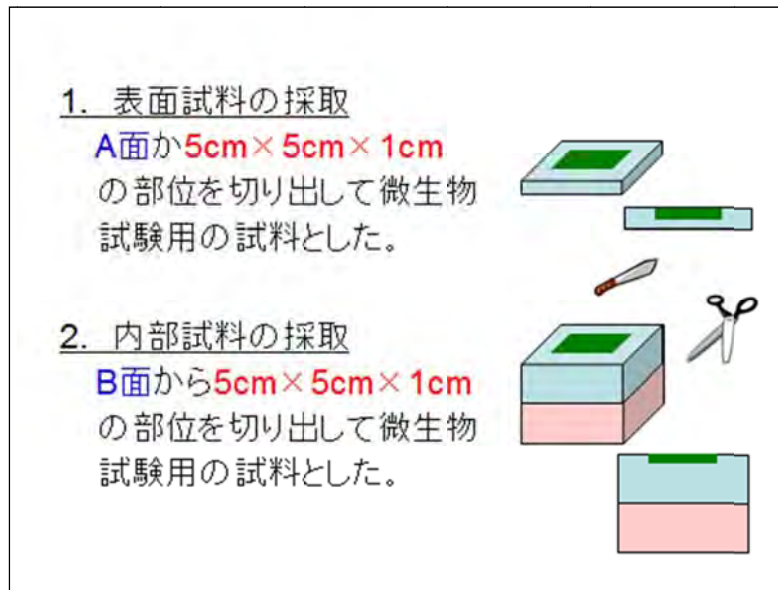


図4 微生物試験用試料の採取

表1 試験に供した試料数

<試験1>

試料		腸管出血性大腸菌 付着試料		サルモネラ属菌 付着試料	
		表面試料	内部試料	表面試料	内部試料
未加熱		3	3	3	3
加熱	85℃, 7分	4	—	4	—
	85℃, 10分	4	4	4	4
	85℃, 15分	4	4	4	4
対照(菌付着なし, 未加熱)		2	2	2	2

—未設定

<試験2>

試料		腸管出血性大腸菌 付着試料		サルモネラ属菌 付着試料	
		表面試料	内部試料	表面試料	内部試料
未加熱		3	3	3	3
加熱 (85℃, 1分)		4	4	4	4

⑦微生物試験方法

- a. 腸管出血性大腸菌：mEC 培地を用いた最確数（MPN）法及び増菌培養法
- b. サルモネラ属菌：EEM ブイヨン培地を用いた最確数（MPN）法及び増菌培養法
- c. 糞便系大腸菌群：EC 発酵管を用いた最確数（MPN）法

2）試験結果の概要

表 2 測定結果

<試験 1>

試 料		腸管出血性大腸菌(平均)		サルモネラ属菌(平均)	
加熱処理	部位	/g	log ₁₀ /g	/g	log ₁₀ /g
未加熱	表面	4,633	3.56	1,577	3.17
	内部	84	1.70	17	0.69
85℃, 10 分	表面	6.0	-0.04	0.3	-0.51
加熱	内部	8.4	0.44	0.3	-0.51
85℃, 15 分	表面	0.4	-0.41	0.3	-0.54
加熱	内部	0.8	-0.29	1.1	-0.06

(図 5～8 参照)

<試験 2>

試 料		腸管出血性大腸菌(平均)		サルモネラ属菌(平均)	
加熱処理	部位	/g	log ₁₀ /g	/g	log ₁₀ /g
未加熱	表面	478	2.49	597	2.75
	内部	12	0.99	8.9	0.84
85℃, 1 分	表面	1.1	-0.13	0.8	-0.29
加熱	内部	0.3	-0.54	1.3	-0.24

(図 9～12 参照)

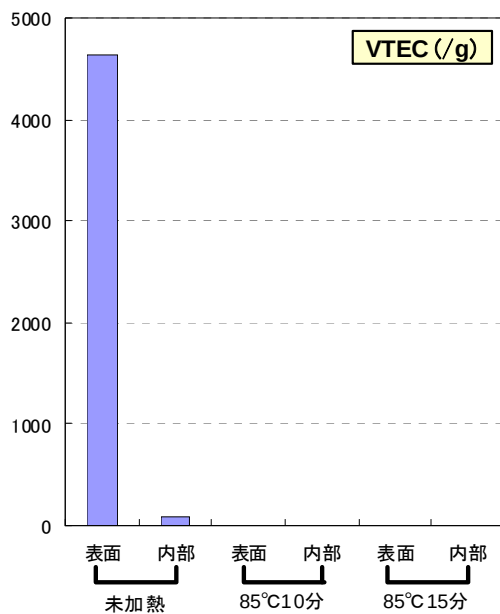


図5 腸管出血性大腸菌 (/g)

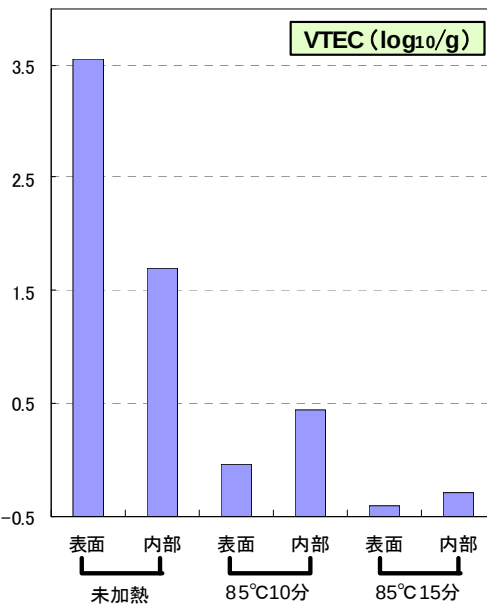


図6 腸管出血性大腸菌 (log₁₀/g)

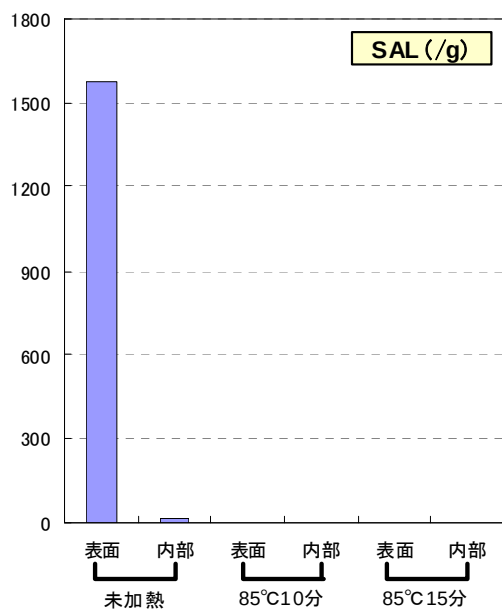


図7 サルモネラ属菌 (/g)

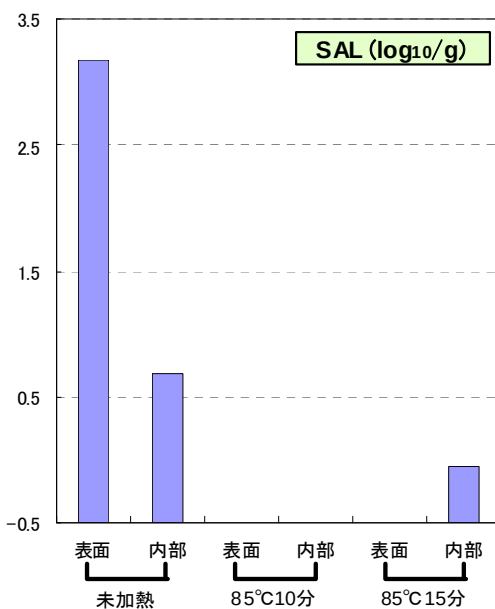


図8 サルモネラ属菌 (log₁₀/g)

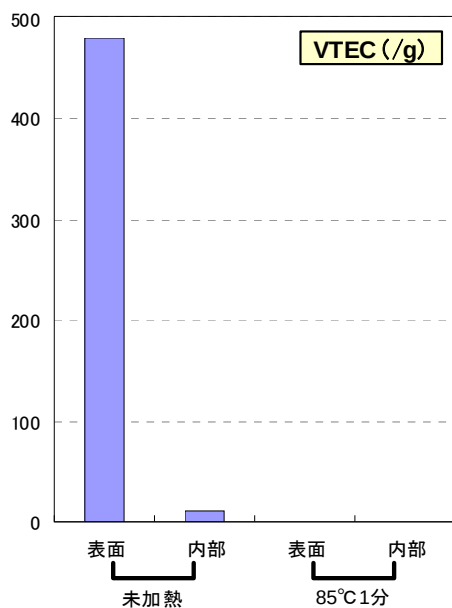


図9 腸管出血性大腸菌 (CFU/g)

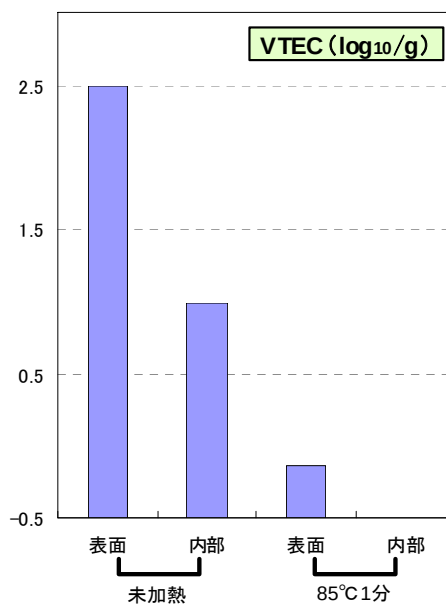


図10 腸管出血性大腸菌 (log₁₀/g)

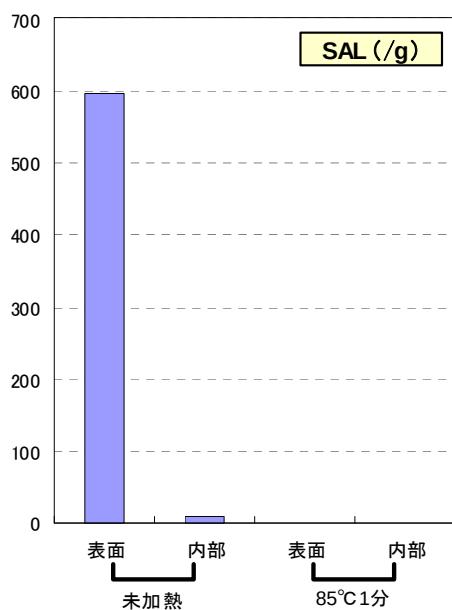


図11 サルモネラ属菌 (CFU/g)

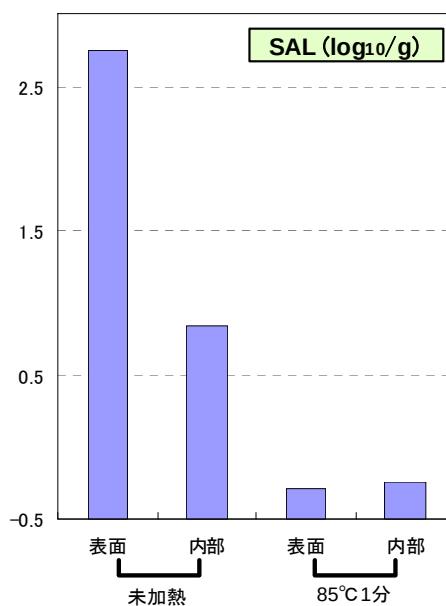


図12 サルモネラ属菌 (log₁₀/g)

生衛発第 1358 号

平成 10 年 9 月 11 日

(最終改正 平成 13 年 5 月 24 日)

各 都道府県知事
政令市長
特別区区长 殿

厚生省生活衛生局長

生食用食肉等の安全性確保について

平成 8 年にレバーの生食による腸管出血性大腸菌 O.157 による食中毒が発生したことから、同年 7 月 22 日付衛食第 196 号、衛乳第 175 号「レバー等食肉の生食について」によりレバー等食肉の生食を避けるよう消費者、関係事業者に対して指導方お願いしてきたところである。

その後、我が国ではレバー等を生食することが国民の食生活の一部に定着していることもあり、消費者が安心してこれらを食することができるよう、平成 9 年 6 月、厚生大臣は食品衛生調査会に、安全性を確保する規格基準の設定について諮問し、本年 9 月 1 日、食品衛生調査会から答申があった。

今般、この答申に基づいて、別添のとおり、生食用食肉の衛生基準を策定したので、今後は食中毒の発生を防止するため、これに基づき消費者、関係事業者への周知・指導について遺憾のないようお願いする。

(別 添)

生食用食肉の衛生基準

1 生食用食肉の成分規格目標

生食用食肉（牛又は馬の肝臓又は肉であって生食用食肉として販売するものをいう。以下同じ。）は、糞便系大腸菌群（fecal coliforms）及びサルモネラ属菌が陰性でなければならない。

2 生食用食肉の加工等基準目標

(1) とちく場における加工

平成12年4月1日より施行済み

ア 一般的事項

生食用食肉を出荷するとちく場においては、と畜場法施行令第1条、と畜場法施行規則第2条の2及び第2条の3の基準が確実に守られていること。

イ 肝臓の処理

(ア) 肝臓は、次の基準に適合する方法で処理すること。

① 食道結さつに当たっては、頸部食道断端部分は、合成樹脂製等不浸透性の袋で被った後に結さつすること。ただし、解体処理工程上、明らかに頸部食道断端が肝臓に触れる可能性がない場合は袋で被う必要はない。

② 肝臓の取り出し前に胃又は腸を取り出す場合は、消化管破損のないよう取り出すこと。消化管破損があった場合は、その個体の肝臓は生食用に供しないこと。

③ 肝臓の取り出し直前に、手指を洗淨し、ナイフ等の器具を洗淨消毒すること。また腹部正中線部分の表面については消毒又は汚染部分の切除を行うこと。

④ 肝臓の取り出しに当たっては、肝臓、手指又は器具が皮毛又は作業員のエプロン等に触れないように取り出し、直接、清潔な容器等に収め、取り出し後は速やかに冷却すること。

(イ) 肝臓は、病変、寄生虫、消化管内容物又は皮毛等が認められないこと。

(ウ) 内臓取扱室では、他の内臓（生食用でない肝臓を含む。）の取扱場所と明確に区分し、洗淨、消毒に必要な専用の設備が設けられていること。

(エ) 内臓取扱室で、生食用の肝臓を取扱う加工台、まな板及び包丁等の器具は、専用のものを用いること。

また、これらの器具は、清潔で衛生的な洗浄消毒が容易な不浸透性の材質であること。

- (2) 食肉処理場（食肉処理業又は食肉販売業の営業許可を受けている施設をいう。以下同じ。）における加工

ア 生食用食肉のトリミング（表面の細菌汚染を取り除くため、筋膜、スジ等表面を削り取る行為をいう。以下同じ。）及び細切（刺身用に切分ける前のいわゆる冊状にする行為をいう。以下同じ。）を行う場所は、衛生的に支障のない場所であって他の設備と明確に区分されており、低温保持に努めること。

また、洗浄、消毒に必要な専用の設備が設けられていること。

イ トリミング又は細切に用いられる加工台、まな板及び包丁等の器具は、専用のものを用いること。

また、これらの器具は、清潔で衛生的な洗浄消毒が容易な不浸透性の材質であること。

ウ 細切するための肉塊は、次の基準に適合する方法でトリミングを行うこと。

- ① トリミングの直前に、手指を洗浄し、使用する器具を洗浄消毒すること。
- ② 肉塊を、洗浄消毒したまな板に置き、おもて面のトリミングを行うこと。
- ③ おもて面をトリミングした肉塊を当該肉塊が接触していた面以外の場所に裏返し、残りの部分のトリミングを行うこと。
- ④ 1つの肉塊のトリミング終了ごとに、手指を洗浄し、使用した器具を洗浄消毒すること。

エ 細切は、次のように行うこと。

- ① 細切の直前に手指を洗浄し、使用する器具を洗浄消毒すること。
- ② 1つの肉塊の細切終了ごとに手指を洗浄し、使用した器具を洗浄消毒すること。

オ 器具の洗浄消毒は、83℃以上の温湯により行うこと。

カ 手指は、洗浄消毒剤を用いて洗浄すること。

キ 手指又は器具が汚染されたと考えられる場合には、その都度洗浄又は洗浄消毒を行うこと。

ク 生食用食肉は10℃以下となるよう速やかに冷却すること。

また、10℃以下となった生食用食肉は、10℃を越えることのないよう加工すること。

ケ 肉塊の表面汚染が内部に浸透するような調味等による処理を行わないこと。

- (3) 飲食店営業の営業許可を受けている施設における調理

ア 生食用食肉を調理する、まな板及び包丁等の器具は、専用のものを用いること。

また、これらの器具は、清潔で衛生的な洗浄消毒が容易な不浸透性の材質であること。

イ 調理は、トリミングを行った後に行うこと。トリミングの方法は、(2)のウに準じること。(あらかじめ、細切され、容器包装に収められたものを取り出してそのまま使用する場合は除く。)

ウ 手指又は器具が汚染されたと考えられる場合には、その都度洗浄又は洗浄消毒を行うこと。

エ 器具の洗浄消毒は、83℃以上の温湯により行うこと。

オ 手指は、洗浄消毒剤を用いて洗浄すること。

カ 生食用食肉の温度が10℃を越えることのないよう調理すること。

キ 肉塊の表面汚染が内部に浸透するような調味等による処理を行わないこと。

3 生食用食肉の保存等基準目標

(1) 保存又は運搬に当たっては、清潔で衛生的な有蓋の容器に収めるか、清潔で衛生的な合成樹脂製の容器包装に収めること。

(2) 保存又は運搬に当たっては、10℃以下(4℃以下が望ましい。)となるよう温度管理を行うこと。なお、冷凍したものにあつては、-15℃以下(-18℃以下が望ましい。)となるよう温度管理を行うこと。

4 生食用食肉の表示基準目標

この基準に基づいて処理した食肉を生食用として販売する場合は、食品衛生法施行規則第5条の表示基準に加えて、次の事項を容器包装の見やすい位置に表示すること。ただし、とちく場と食肉処理場が併設しており、とさつから加工処理まで一貫して行う場合は(3)を省略することが出来る。

(1) 生食用である旨

(2) とさつ、解体されたとちく場の所在する都道府県名(輸入品の場合は原産国名)及びとさつ、解体されたとちく場名、又はとさつ解体されたとちく場の所在する都道府県名(輸入品の場合は原産国名)及びとさつ、解体されたとちく場番号

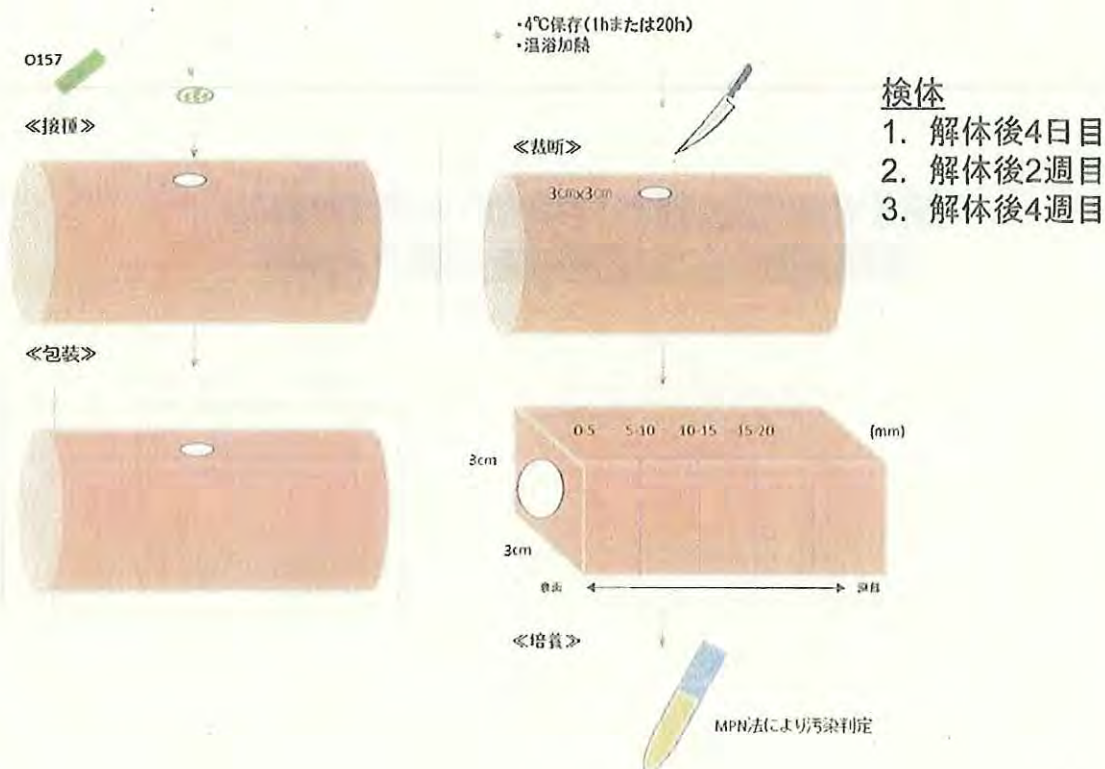
(3) 加工した食肉処理場の所在する都道府県名(輸入品の場合は、原産国名)及び食肉処理場名(食肉処理場が複数にわたる場合はすべての食肉処理場名)。

腸管出血性大腸菌O157の牛肉内浸潤と
加熱処理による低減効果に関する検討

検討項目

1. 牛肉検体へのO157浸潤性
 - 1) 検体の違い(部位、熟成度)
 - 2) 接種菌数の違い
 - 3) 分布の精査(培養法、顕微鏡像)
2. 温浴加熱を用いた殺菌条件の検討
 - 1) 温度の違い
 - 2) 加温時間の違い
 - 3) その他の加熱条件

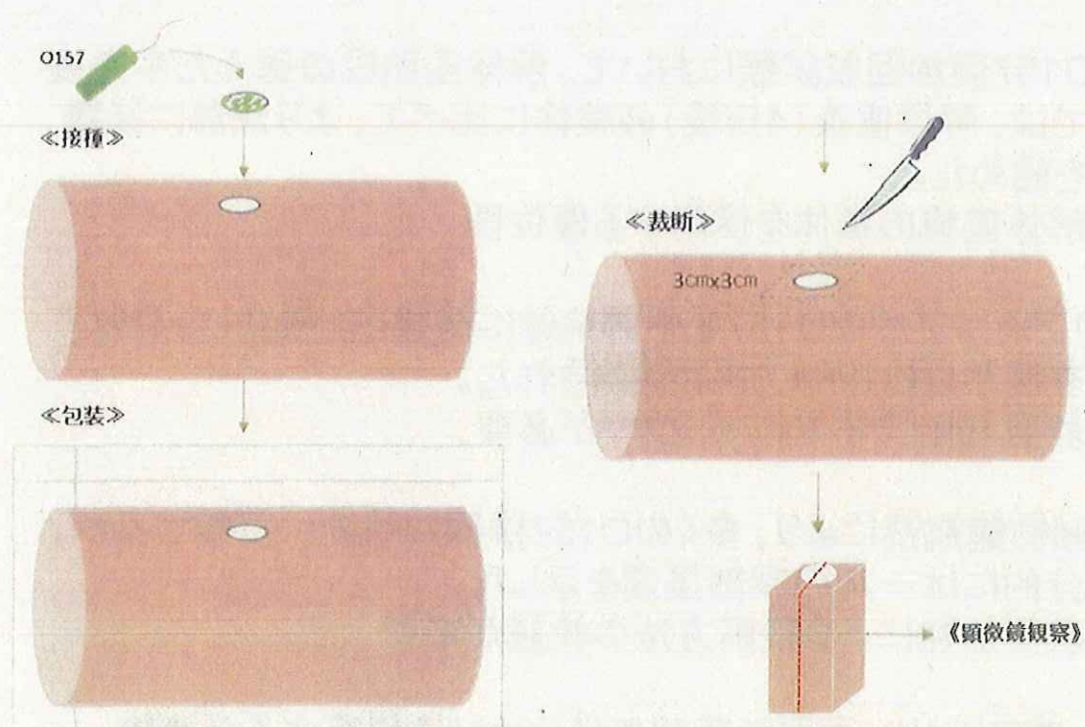
牛肉検体内へのO157浸潤性に関する検討フロー図



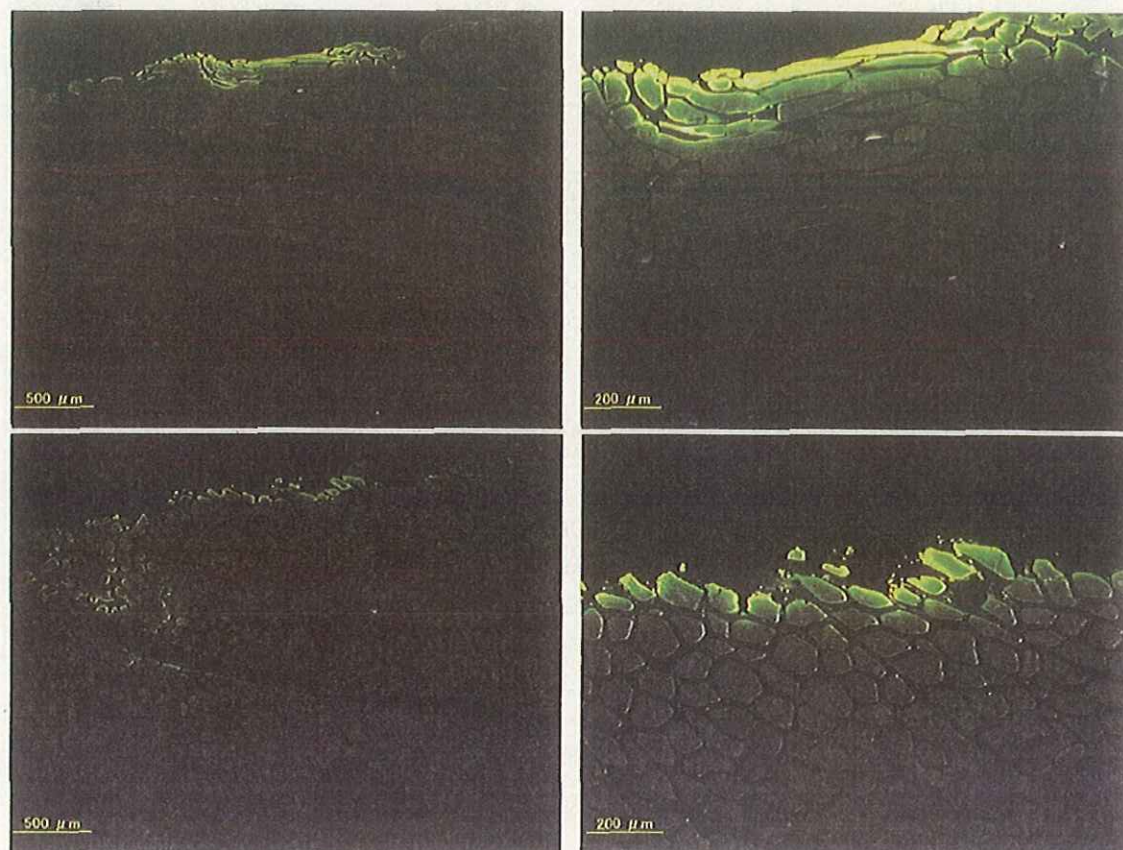
牛肉検体内へのO157浸潤性

解体後4日目検体									
接種菌数	部位	検体A	MPN/cm ³	検体B	MPN/cm ³	検体C	MPN/cm ³	標準偏差	標準誤差
3.4x10 ³ cfu/cm ²	表面ふきとり	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	>244.44	0.00
	0-5mm	3/2/0	20.67	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	>169.85	>129.19
	5-10mm	2/0/0	2.04	2/0/0	2.04	0/1/0	0.67	1.58	0.79
	10-15mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	<0.67	0.00
	15-20mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	<0.67	0.00
3.4x10 ⁵ cfu/cm ²	表面ふきとり	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	>244.44	0.00
	0-5mm	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	>244.44	0.00
	5-10mm	3/0/0	5.11	3/1/0	9.56	3/1/0	26.67	13.78	11.38
	10-15mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	<0.67	0.00
	15-20mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	<0.67	0.00
解体後2週目検体									
接種菌数	部位	検体A	MPN/cm ³	検体B	MPN/cm ³	検体C	MPN/cm ³	SM	SD
3.2x10 ³ cfu/cm ²	表面ふきとり	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	>244.44	0.00
	0-5mm	3/2/0	20.67	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	>169.85	>129.19
	5-10mm	2/0/0	2.04	3/2/0	20.67	0/1/0	0.67	7.79	11.17
	10-15mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	<0.67	0.00
	15-20mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	<0.67	0.00
3.2x10 ⁵ cfu/cm ²	表面ふきとり	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	>244.44	0.00
	0-5mm	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	>244.44	0.00
	5-10mm	3/3/0	53.33	3/1/1	16.67	2/1/2	6.00	25.33	24.83
	10-15mm	1/0/0	0.80	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0.71	>0.08
	15-20mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	<0.67	0.00
解体後4週目検体									
接種菌数	部位	検体A	MPN/cm ³	検体B	MPN/cm ³	検体C	MPN/cm ³	SM	SD
5.8x10 ³ cfu/cm ²	表面ふきとり	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	3/3/1	102.22	>197.03	>82.11
	0-5mm	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	3/2/3	64.44	>184.44	>103.92
	5-10mm	3/2/0	20.67	0/0/0	<0.67	2/2/0	4.67	<8.67	>11.67
	10-15mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	<0.67	0.00
	15-20mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	<0.67	0.00
5.8x10 ⁵ cfu/cm ²	表面ふきとり	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	>244.44	0.00
	0-5mm	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	>244.44	0.00
	5-10mm	3/0/0	5.11	3/1/0	5.11	3/2/2	46.67	18.96	23.99
	10-15mm	3/1/0	9.56	2/0/0	2.04	0/0/0	<0.67	4.09	4.78
	15-20mm	3/1/0	9.56	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	3.63	5.13

牛肉凍結切片におけるGFP発現O157菌体の局在解析フロー



牛肉凍結切片におけるGFP発現O157菌体の局在



O157の牛肉内局在・浸潤度に関する検討に関するまとめ

1. O157添加回収試験において、解体後熟成の進んだ牛肉検体では、解体直後(4日後)の検体に比べて、より深部に接種菌を認めた。

→解体直後の検体を使用する優位性

2. 10^4 オーダーのO157を牛肉検体に接種した場合に、O157は表面から約10mm下まで検出された。

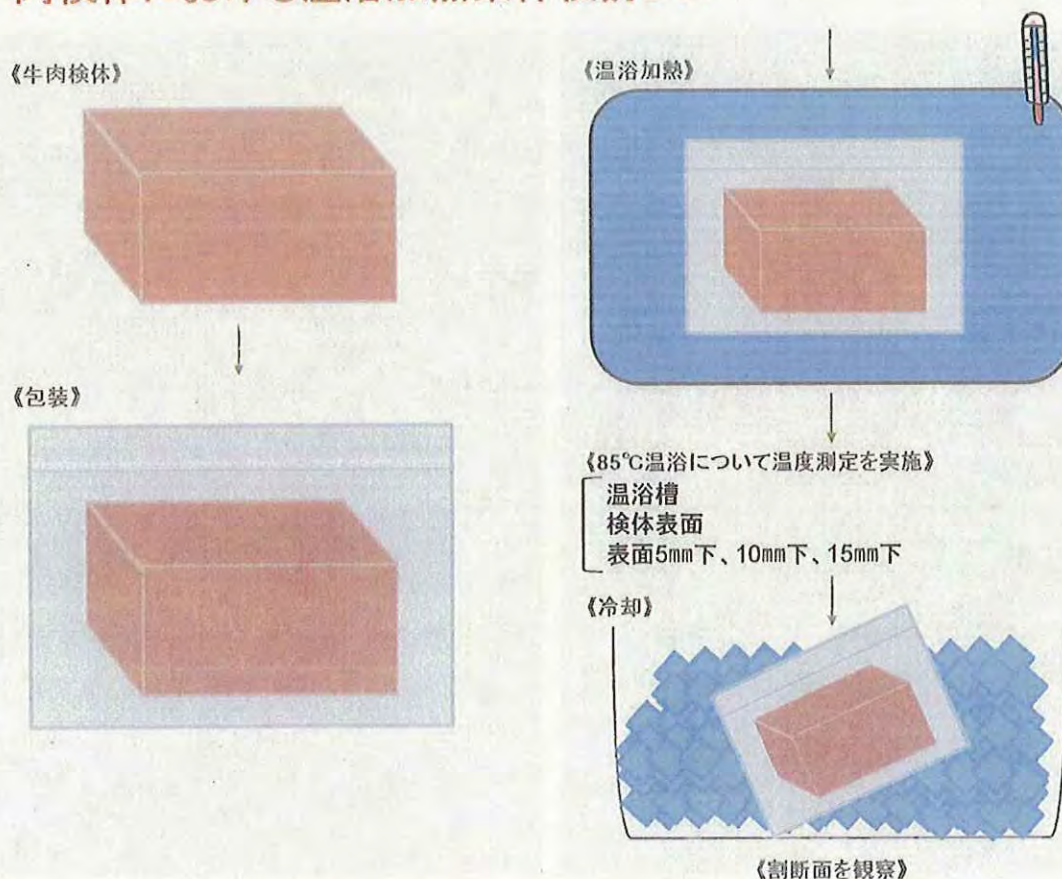
→表面10mm下までのモニターが必要

3. 顕微鏡観察により、多くのO157接種菌表面に滞留するが、部分的には一定の深部浸潤を示した。

→表面加熱による殺菌方法の検証が必要

➡ 表面下10mmまでの殺菌条件について提案する必要性

牛肉検体における温浴加熱条件検討フロー



温度条件の検討(加熱時間:1分)

75℃

80℃

85℃



温浴加熱(85℃)・冷却後の牛肉検体断面画像

1分



3分



5分



10分



O157・SalmonellaのD値

最低内部 温度(°C)	最低内部温度に達してからの加熱時間(秒)	
	Salmonella	O157
57.2	327.93	400.93
57.8	260.48	303.80
58.4	206.91	230.20
58.9	164.35	174.43
59.5	130.55	132.17
60.0	103.70	100.15
60.6	82.37	75.89
61.1	65.43	57.50
61.7	51.97	43.57
62.2	41.28	33.02
62.8	32.79	25.02
63.3	26.05	18.96
63.9	20.69	14.36
64.4	16.44	10.88
65.0	13.06	8.25
65.4	10.37	6.25
66.1	8.24	4.74

10mm下から検出されたO157菌数

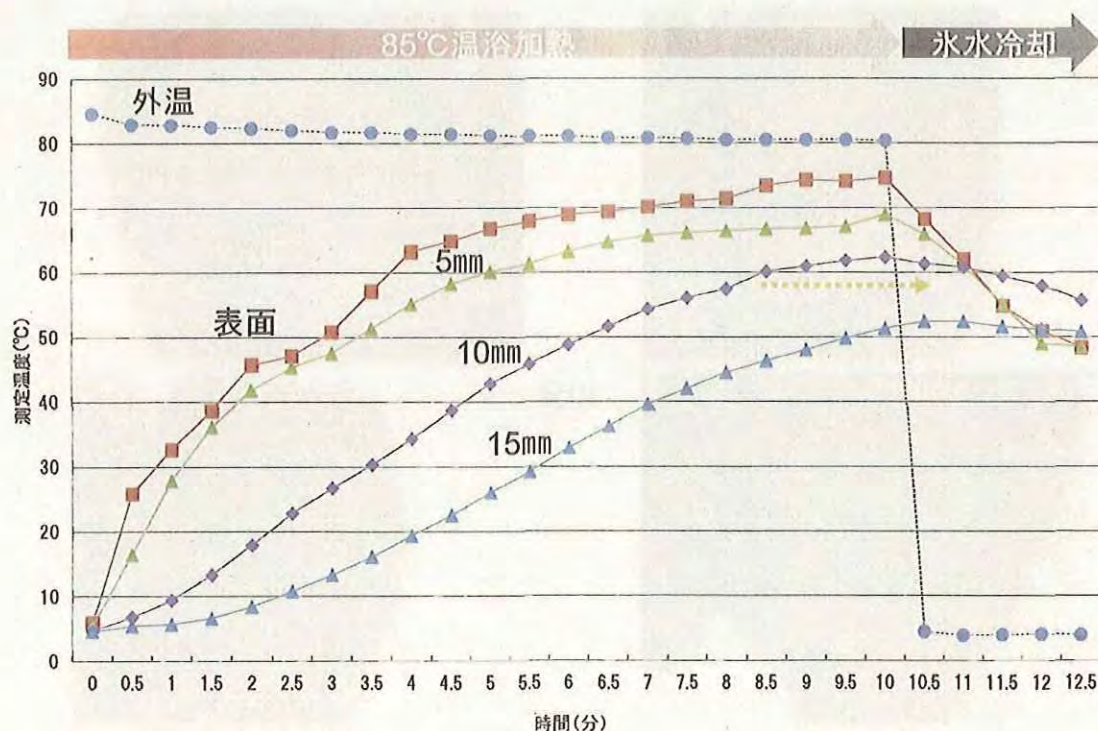
- ・解体直後: 1.58CFU
- ・解体後2週目: 7.79CFU
- ・解体後4週目: 8.67CFU



O157汚染防除には少なくとも、
D値に沿った加熱条件の設定
が必要

出典: HACCP:衛生管理計画の作成と実践(データ編) 厚生省
生活衛生局乳肉衛生課監修

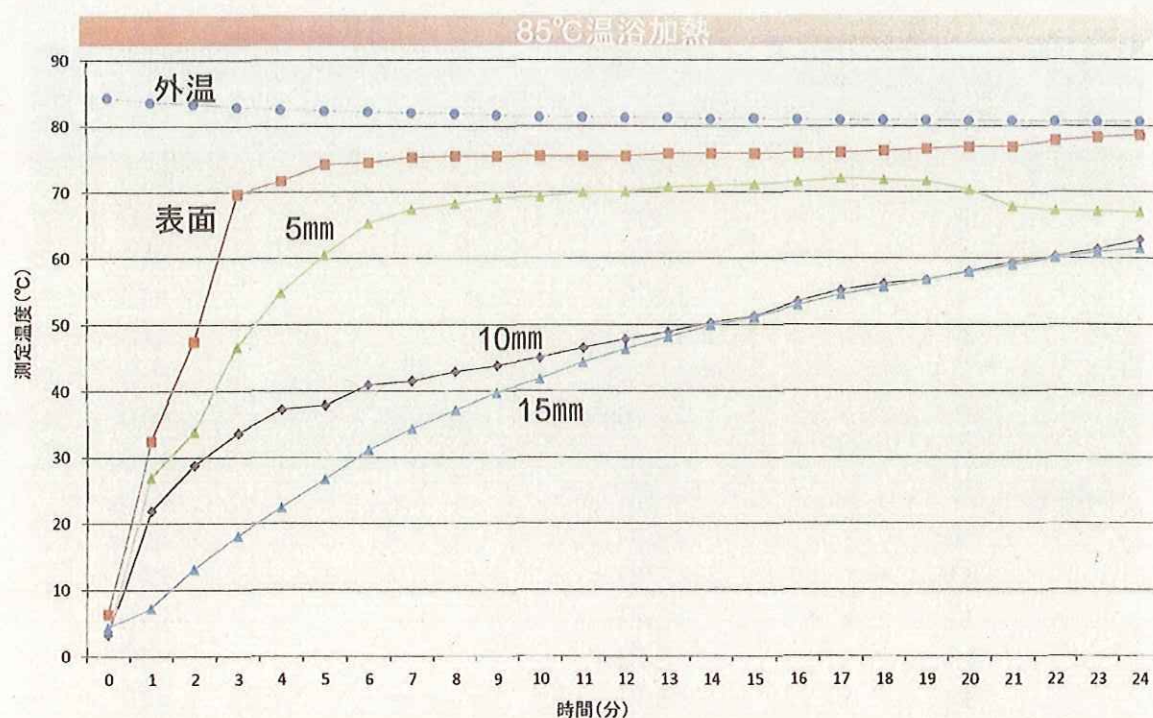
85°C温浴加熱による牛肉検体(約250g)中の温度変化



➡ 表面下10mmを60°C、2分加熱できる条件として85°C・10分加熱を設定

0分	検体A	MPN/cm ³	検体B	MPN/cm ³	検体C	MPN/cm ³
表面ふきとり	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44
0-5mm	3/3/1	102.22	3/3/3	>244.44	3/3/3	>244.44
5-10mm	1/0/0	0.8	1/0/0	0.8	2/0/0	2.04
10-15mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
15-20mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
3分	検体A	MPN/cm ³	検体B	MPN/cm ³	検体C	MPN/cm ³
表面ふきとり	1/0/0	0.8	2/0/0	2.04	1/0/0	0.8
0-5mm	1/0/0	0.8	1/0/0	0.8	2/0/0	2.04
5-10mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
10-15mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
15-20mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
5分	検体A	MPN/cm ³	検体B	MPN/cm ³	検体C	MPN/cm ³
表面ふきとり	0/0/0	<0.67	1/0/0	0.8	0/0/0	<0.67
0-5mm	0/0/0	<0.67	2/0/0	2.04	0/0/0	<0.67
5-10mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
10-15mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
15-20mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
10分	検体A	MPN/cm ³	検体B	MPN/cm ³	検体C	MPN/cm ³
表面ふきとり	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
0-5mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
5-10mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
10-15mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67
15-20mm	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67	0/0/0	<0.67

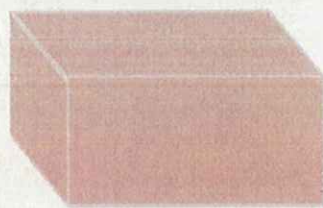
85℃温浴加熱による牛肉検体(約500g)中の温度変化



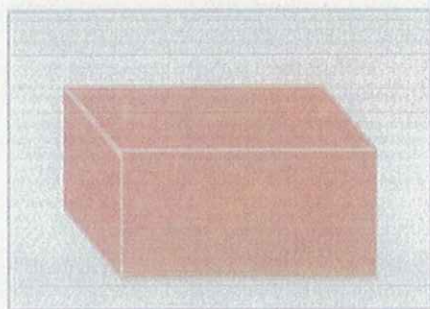
➡ 85℃、約24分加熱が表面下10mmを60℃、2分加熱できる条件として必要
(条件設定には検体要素が大きく影響する)

温浴加熱によるEnterobacteriaceae殺菌効果検討フロー

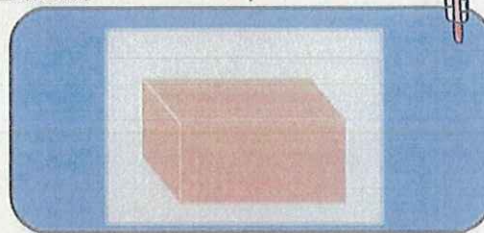
《牛肉検体》250-300g



《包装》



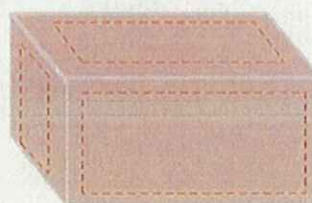
《温浴加熱》



《冷却》



《トリミング》表面下1-1.5cm



検査対象: 内部の肉検体(可食部と想定)

検査項目: Enterobacteriaceae, 一般細菌数

温浴加熱によるEnterobacteriaceaeの殺菌効果の検討

検体 種別	検体 番号	加熱処理 *の有無	一般細菌数	Enterobacteriaceae	
			(生菌数) (/g)	増菌培養法 (/25g)	混釈培養法 (/g)
シンタマ	1	+	<300	-	<10
	2	+	<300	-	<10
	3	+	<300	-	<10
	4	+	<300	-	<10
	5	-	8.7×10^2	+	<10
	6	-	5.4×10^2	+	<10
	7	-	7.2×10^2	+	<10
	8	-	<300	+	<10
内モモ	9	+	<300	-	<10
	10	+	<300	-	<10
	11	+	<300	-	<10
	12	+	<300	-	<10
	13	-	<300	-	<10
	14	-	<300	-	<10
	15	-	<300	+	<10
	16	-	<300	-	<10

* 加熱処理: 85°C・10分

温浴加熱に関するまとめと進行中の検討項目

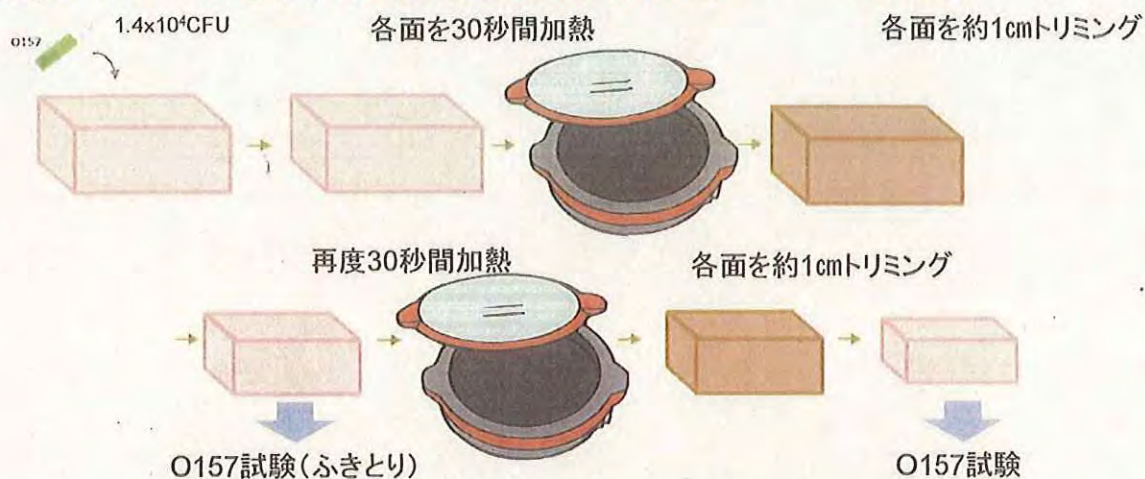
1. 約250-300gの牛肉ブロック検体においては、表面下10mmで、60℃・2分間の温度条件を満たす、加熱条件を85℃温浴にて検証
→85℃・10分として設定
2. ただし、これは牛肉検体のサイズが異なると大きく変動する要因である
→各機関における条件設定が必要である



現在検討中の課題

- ・ 約250-300gの牛肉ブロック中にO157・サルモネラ属菌を接種した場合の85℃・10分加熱条件による殺菌効果の検証
→Enterobacteriaceae, O157, サルモネラ属菌
- ・ 85℃・10分の加熱条件を適用した場合において、約250-300gの牛肉ブロック表面および内部における衛生度合の検証
→Enterobacteriaceae試験法(n=90程度)の検証も兼ねる

ホットプレートを使った加熱殺菌条件検討フロー(参考)



	検体A	検体B	検体C
温度			
鉄板表面	256.7	265.7	258.1
10mm下(15秒)	11.2	12.4	10.9
10mm下(30秒)	25.3	26.1	22.4
30秒加熱直後の外表面	95.8	93.8	96.1
30秒加熱直後の10mm下表面	94.9	95.5	97.1
O157検出試験			
10mm下からの検出(ふきとり)	+	-	-
20mm下からの検出(25gx3)	-	-	-

総括

1. 生食用として提供する牛肉は解体後、速やかに適切な工程管理を通じて表面および深部への汚染を低減できると思われる。
2. 牛肉表面10mm下における60℃・2分加温保持により、腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌の危険性を想定レベル以下に抑えられると思われる。
3. 上記と同等以上の効果の得られる処理（たとえば表面を焼く）などを行うことも可能である。
4. 加熱殺菌処理の条件は、牛肉検体そして使用する加温機器・設備などにより異なるため、各機関において実効性を検証し用いること。

生食用牛肉に関する検討試験結果

実験 1. サルモネラ属菌、腸管出血性大腸菌を表面汚染させた牛肉の加熱処理による除去効果の検証

①実験の目的

牛肉表面に汚染した病原菌が、検討した加熱処理により死滅し、加熱表層部及び可食部に生菌が残存しないことを検証するために、牛肉表面に、サルモネラ属菌及び腸管出血性大腸菌を牛肉検体あたりそれぞれ約 10^4 CFU を表面汚染させた後、加熱処理により菌が死滅するかについて検証した。

②試験方法

とさつ 4 日後（分割後 1 日）の牛肉を用いて、サルモネラ属菌、腸管出血性大腸菌を表面汚染させた場合、85℃10 分（検体表層から 10mm 地点での加熱条件は、60℃2 分）の温浴加熱処理により、これら病原細菌の牛肉可食部での殺菌効果の検証を試みた。

直方体状に切り出した食肉検体（約 250-300g）表面に、検体あたり 2.1×10^4 CFU の腸管出血性大腸菌 O157 の 466 株、および 2.2×10^4 CFU の *Salmonella* Typhimurium LT2 株を接種し、フィルム包装し、脱気密封を行った後、4℃で 1 時間冷蔵保存した。“しんたま”から切り出した 6 検体と“うちもも”から切り出した 6 検体計 12 検体について検討した。半数の検体を 85℃10 分間で温浴加熱後、氷上で速やかに冷却した。残り半数の検体は、加熱処理を行わないで他の条件は処理検体と同様に保存した。加熱処理または未処理の検体は、4℃1 晩保存した。

検体の 1 面の表面部から約 10mm を殺菌済ナイフを用いて切り取った後、その面から内部（未加熱層）の可食部を無菌的に取り出し、内部（可食部）の検体とした。表面部は、加熱検体では表面から 10mm 程度を切り出した加熱処理により変成した部分を、加熱未処理検体についてはそれと同様な部位について 25g を秤量し検体とした。サルモネラ属菌は NIHSJ-01 法、腸管出血性大腸菌 O157 は国内通知法、腸内細菌科菌群は ISO 21528-1 法を基に試験を行った。いずれも検体 25g を対象として、増菌法にて評価した。

腸内細菌科菌群については、サルモネラ属菌用の BPW 増菌液を用いて評価した。

③評価結果

85℃10 分間加熱処理を行った“しんたま”“うちもも”合計 6 検体からは、表面部（加熱処理部）、内部（可食部）共に、サルモネラ属菌、腸管出血性大腸菌、腸内細菌科菌群のいずれも検出されなかった。

未加熱検体では、“しんたま”“うちもも”合計 6 検体の表面部は全て陽性であった。約 10mm の深さのトリミング処理を行った内部（可食部）では、“しんたま”3 検体では、サルモネラ属菌、腸管出血性大腸菌、腸内細菌科菌群のいずれもが検出された。“うちもも”では、複数の検体から病原細菌、3 検体全てから腸内細菌科菌群が検出された。それぞれの検出状況は、P.2 の接種実験結果表を参照

牛肉に関する検討試験【part 1】

1 接種試験

菌接種試験結果

			サルモネラ (/25g)	腸管出血性大腸菌 O157 (/25g)	Enterobacteriaceae (/25g)
加熱 処理	シタマ①	表面部	陰性	陰性	陰性
		内部	陰性	陰性	陰性
	シタマ②	表面部	陰性	陰性	陰性
		内部	陰性	陰性	陰性
	シタマ③	表面部	陰性	陰性	陰性
		内部	陰性	陰性	陰性
未 処理	シタマ④	表面部	陽性	陽性	陽性
		内部	陽性	陽性	陽性
	シタマ⑤	表面部	陽性	陽性	陽性
		内部	陽性	陽性	陽性
	シタマ⑥	表面部	陽性	陽性	陽性
		内部	陽性	陽性	陽性
加熱 処理	ウチモモ⑦	表面部	陰性	陰性	陰性
		内部	陰性	陰性	陰性
	ウチモモ⑧	表面部	陰性	陰性	陰性
		内部	陰性	陰性	陰性
	ウチモモ⑨	表面部	陰性	陰性	陰性
		内部	陰性	陰性	陰性
未 処理	ウチモモ⑩	表面部	陽性	陽性	陽性
		内部	陰性	陰性	陽性
	ウチモモ⑪	表面部	陽性	陽性	陽性
		内部	陽性	陽性	陽性
	ウチモモ⑫	表面部	陽性	陽性	陽性
		内部	陽性	陰性	陽性

実験 2. 表面汚染させていない牛肉を用いた加熱処理の効果の検証

①実験の目的

生食肉は、直接加熱処理により菌数を低下させることなく摂取するものであることから、表面部の加熱処理を行った場合に、内部（可食部）においても期待する微生物レベルを担保しているかについて検証の必要がある。このため、今回検討した加熱条件（検体表層から 10mm 地点での加熱条件は 60℃2 分間）に於いて、表面汚染をさせていない（通常の汚染レベル）食肉を用い、可食部において安全性が確保されているかを、90 検体のモニターにより実証を試みた。

②実験方法

とさつ 3 日後（分割当日）の“うちもも” 3 ブロック、“しんたま” 2 ブロックを入手した。“うちもも” は、赤肉（露出部）と赤肉（脂肪除去表面）のそれぞれ 2 箇所について、10cm 四方を滅菌綿棒による拭き取りにより、一般細菌数、腸内細菌科菌群について調べた。“しんたま” は、表面（外側）と裏面（内側）のそれぞれ 1 箇所について、同様な評価を行った。

一般細菌数は、国内の通知法に従った。腸内細菌科菌群は、ISO 21528-1 に従い増菌培養による評価と、ISO 21528-2 による混釈培養による定量法で評価した。

それぞれのブロックから直方体状に切り出した食肉検体（約 250-300g）をフィルム包装し、脱気密封を行った後、85℃10 分間（検体表層から 10mm 地点での加熱条件は、60℃2 分間）温浴加熱後、氷上で速やかに冷却保存した。

これらの加熱処理済みの牛肉検体は、4℃1 晩保存後、“うちもも” 60 検体、“しんたま” 30 検体について、内部の可食部について一般細菌数と増菌による腸内細菌科菌群の評価を行った。検体採取は、検体の表面部から約 10mm を切り取ったのち、その内部（未加熱層）の可食部を無菌的に取り出し評価した。

②検体の内訳

“うちもも” 3 ブロックから各 20 検体の合計 60 検体を切り出し、加熱処理を行ったのち評価した。“しんたま” 2 ブロックから各 15 検体の合計 30 検体を切り出し、加熱処理を行ったのち評価した

③評価結果

加熱前の各ブロックの表面汚染状況は、P.4 に一覧で示した。表面の一般細菌数レベルは、2 箇所 300 CFU 以下/100cm² であったが、それ以外は 100cm² あたり 10²~10⁴ レベルの菌数を示した。85℃10 分（検体表層から 10mm 地点での加熱条件は、60℃2 分）の加熱処理を行った結果、全ての 90 検体とも、可食部において、腸内細菌科菌群は検出されなくなり、一般細菌数も検出限界値以下となった。

結果は、P.5-7 の結果表を参照。

牛肉に関する検討試験【part2】

2 非接種試験

牛肉表面のふきとり試験結果

測定			一般細菌数 (/100cm ²)	Enterobacteriaceae	
				混和培養法 (/100cm ²)	増菌培養法 (/50cm ²)
ウチモモ①	赤肉(露出部)	1	1.5×10^3	10 未満	陽性
		2	6.1×10^3	10	陽性
	赤肉(脂肪下部)	1	7.3×10^2	10 未満	陽性
		2	4.2×10^2	10 未満	陰性
ウチモモ②	赤肉(露出部)	1	7.9×10^3	50	陽性
		2	1.6×10^3	10 未満	陽性
	赤肉(脂肪下部)	1	300 以下	10 未満	陰性
		2	5.2×10^2	10 未満	陰性
ウチモモ③	赤肉(露出部)	1	5.0×10^3	10 未満	陽性
		2	1.9×10^4	40	陽性
	赤肉(脂肪下部)	1	300 以下	10 未満	陰性
		2	3.5×10^2	10 未満	陰性
シンタマ④	表面(外側)		9.8×10^2	10 未満	陽性
	裏面(内側)		1.9×10^4	10 未満	陽性
シンタマ⑤	表面(外側)		3.9×10^2	10 未満	陽性
	裏面(内側)		3.3×10^4	10	陽性

牛肉に関する検討試験【part2】

2 非接種試験

加熱処理後の牛肉内部の試験結果

測定対象	測定	一般細菌数 (/g)	Enterobacteriaceae (/25g)	測定	一般細菌数 (/g)	Enterobacteriaceae (/25g)
ウチモモ ①	1	300 以下	陰性	11	300 以下	陰性
	2	300 以下	陰性	12	300 以下	陰性
	3	300 以下	陰性	13	300 以下	陰性
	4	300 以下	陰性	14	300 以下	陰性
	5	300 以下	陰性	15	300 以下	陰性
	6	300 以下	陰性	16	300 以下	陰性
	7	300 以下	陰性	17	300 以下	陰性
	8	300 以下	陰性	18	300 以下	陰性
	9	300 以下	陰性	19	300 以下	陰性
	10	300 以下	陰性	20	300 以下	陰性
ウチモモ ②	1	300 以下	陰性	11	300 以下	陰性
	2	300 以下	陰性	12	300 以下	陰性
	3	300 以下	陰性	13	300 以下	陰性
	4	300 以下	陰性	14	300 以下	陰性
	5	300 以下	陰性	15	300 以下	陰性
	6	300 以下	陰性	16	300 以下	陰性
	7	300 以下	陰性	17	300 以下	陰性
	8	300 以下	陰性	18	300 以下	陰性
	9	300 以下	陰性	19	300 以下	陰性
	10	300 以下	陰性	20	300 以下	陰性

測定 対象	測定	一般細菌数 (/g)	Enterobacteriaceae (/25g)	測定	一般細菌数 (/g)	Enterobacteriaceae (/25g)
ウチモモ ③	1	300 以下	陰性	11	300 以下	陰性
	2	300 以下	陰性	12	300 以下	陰性
	3	300 以下	陰性	13	300 以下	陰性
	4	300 以下	陰性	14	300 以下	陰性
	5	300 以下	陰性	15	300 以下	陰性
	6	300 以下	陰性	16	300 以下	陰性
	7	300 以下	陰性	17	300 以下	陰性
	8	300 以下	陰性	18	300 以下	陰性
	9	300 以下	陰性	19	300 以下	陰性
	10	300 以下	陰性	20	300 以下	陰性

測定 対象	測定	一般細菌数 (/g)	Enterobacteriaceae (/25g)	測定 対象	測定	一般細菌数 (/g)	Enterobacteriaceae (/25g)
シンタマ ④	1	300 以下	陰性	シンタマ ⑤	1	300 以下	陰性
	2	300 以下	陰性		2	300 以下	陰性
	3	300 以下	陰性		3	300 以下	陰性
	4	300 以下	陰性		4	300 以下	陰性
	5	300 以下	陰性		5	300 以下	陰性
	6	300 以下	陰性		6	300 以下	陰性
	7	300 以下	陰性		7	300 以下	陰性
	8	300 以下	陰性		8	300 以下	陰性
	9	300 以下	陰性		9	300 以下	陰性
	10	300 以下	陰性		10	300 以下	陰性
	11	300 以下	陰性		11	300 以下	陰性
	12	300 以下	陰性		12	300 以下	陰性
	13	300 以下	陰性		13	300 以下	陰性
	14	300 以下	陰性		14	300 以下	陰性
	15	300 以下	陰性		15	300 以下	陰性