

総説

腸管出血性大腸菌の生態とその制御 — リスクアセスメントと微生物学的制御 —

小川 博美

The Ecology of Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* in Foods and Various Environmental Conditions and its Control — The Risk Assessment and Microbiological Control for Prevention of Infection —

HIROMI OGAWA

(Received Sep. 30, 2005)

はじめに

食の安全確保にはHACCPシステムによる「農場から食卓」(From Farm to Table) までの一貫したリスク管理が重要となる。動物由来のO157やサルモネラなどの危害同定やリスク評価には、その病原菌の出現率や各種環境での消長等の生態を数値的に把握することが必須となる。すでに生態学的視点からみた、出血性大腸菌の発生、分布、動物、環境、食品中の挙動・消長ならびにEHECの病原因子と感染機序などについて報告した[1, 2]。今回はこれらの文献情報を基に、農場から食卓までのリスク評価とEHECの微生物学的制御法について総説する。

1) EHECのリスク評価とその手順

食の安全確保に向けた危害同定とその発生リスクに対する対策の総括図を図1に示した[3-6]。PR/HACCP (Pathogen Reduction/ Hazard Analysis Critical Control Point) の基本概念に基づき、農場から食卓まで (From Farm to Table/ From Farm to Fork) の食物生産にそった衛生対策が重要となる[7-12]。まず、国レベルの政策・理念に基づいて対象食品、病原体 (O157) の危害分析とその対策を構築するリスクマネジメントが基本となる。そのためには病原体 (O157) の自然環境、動物、食品加工工程における生態学的動向の科学的データ (ベースラインデータ) が必要となる。ついで、O157の病原性、感染必要菌量、さらには予測微生物学による数値的リスク分析技法が必要となる。これらの技術を駆使して食物生産にそったリスクの分析、定量を行ない危害評価と、具体的なリスク低減対策を行なう[13-19]。ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods) は、各生産加工の工程別に達成目標値 (PO)、達成規格 (PC) をを設定し、当初から内在する初期リスク

(Ho; Initial level of the hazard) と衛生、加工対策で減少するリスク量 (ΣR ; Total reduction of the hazard) と各工程で増加するリスク量 (ΣI ; Total increase of the hazard) の関係が $Ho - \Sigma R + \Sigma I \leq PO$ となる衛生管理と加工処理を提案している[20]。また、同様に消費段階でも $Ho - \Sigma R + \Sigma I \leq FSO$ (摂取時安全目標値) を確保するため食品の微生物学的規格 (MO) の設定と微生物制御法の確立を指摘している[21-26]。これらの目標を達成するには、各工程毎にリスクの低減対策とリスクの増加要因に対する制御対策が基本となる[27-30]。

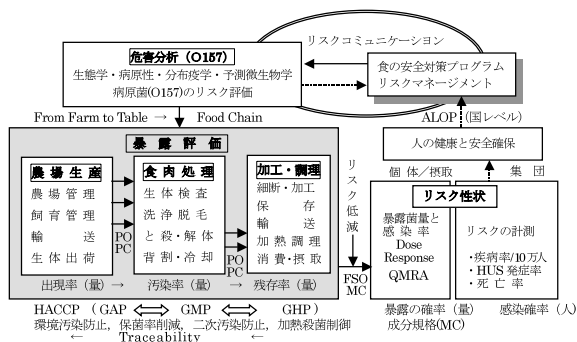


図1 食肉とO157の農場から食卓までのリスクアセスメントと安全確保 [3-6]

- ALOP; Appropriate level of protection (公衆衛生的目標値)
- PO; Performance objective (達成目標値)
- FSO; Food safety objective (摂取時食品安全目標値=成分規格)
- QMRA; Quantitative microbiological risk analysis (微生物の定量的リスク測定)
- PC; Performance criteria (達成規格)
- MC; Microbiological criteria (微生物学的規格)

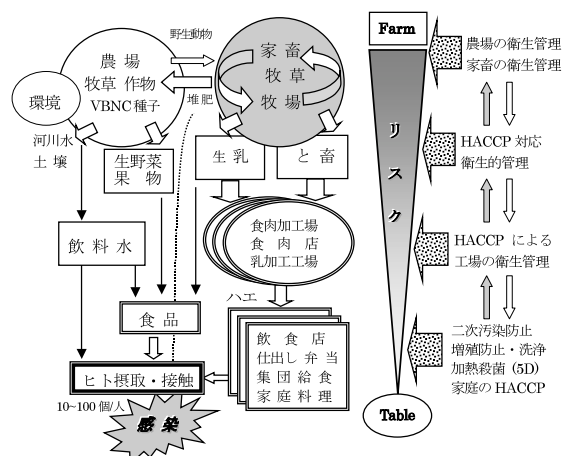


図2 EHECの生態と農場から食卓までの感染防止策
VBNC; viable but nonculturable (生存しているが培養不可)

2) 農場から食卓までのリスク低減

(1) 農場での衛生的飼育管理

① Reserverとしての家畜, 飼育環境

病原体は一次的には動物の腸管内, および飼育環境下に存在する[31-35]. このようにEHECは環境に広く分布しており, 農場から食卓までのHACCPに基づいたリスク低減が重要となる. なかでも農場での堆肥の適切な処理は汚染源縮小対策としての管理点となる[7, 9, 36-43]. 保菌家畜の対策は, ワクチン, コリシン, 生物製剤, フェージなどが試みられているが, 排菌量の減少は期待できるが完全な除菌法は確立されていない[44-57].

家畜がEHECの携帯動物となる原因は, 飼料や給水等から水平伝播により保菌し, 家畜間で循環しながら保菌する. そのためこれらの伝播を抑制する日常の飼養管理が重要とされる[40-43, 58-64]. 飼育管理面では離乳の時期, サイレージの給餌時期, 飼育密度等も管理点となる[65-68]. また, 疾病予防や発育促進の目的で使用される動物用抗菌剤は, 耐性菌の増加だけでなく, ペロ毒素産生遺伝子を保有するフェージの放出を惹起する. 放出されたフェージは正常な大腸菌へ水平感染し新たなSTECを生む. このため各国で動物用抗生剤の適正使用が課題となっている[69-72].

動物やその環境中のEHECの出現率は, 夏季(22%)が冬季(9%)に比し高く, 牛肉中(1人前)へのO157移行の確率は夏季で0.018%, 冬季で0.007%との推計がある[3, 73-77]. EHECが環境中で長く生残する要因には, 土壌中で原虫, 線虫と共生したり, バイオフィルムを形成することが報告されている[78-82].

② 堆肥の衛生管理と生食用野菜

農場の衛生対策では牛糞, し尿等の土壌への還元利用時に汚染拡散を防ぐ対策が重要となる. 堆肥は55~60℃で5日間, 2回の切り返しなど有効な発酵処理後, 2~4ヶ月熟成後利用する等汚染菌量の抑制が重要となる

[36, 41, 83-86]. 未処理または不完全処理の堆肥還元は, 農耕土壌を汚染し, 少なくとも3ヶ月以上土壌中に生残し, 生食野菜などへの汚染源となる[84-85]. 放牧の場合は, 広く糞便により牧草, 土壌, 水が汚染される[86]. 農場や家畜の衛生管理が重要となる[87-102]. 汚染した堆肥, 液肥の施肥, 灌水是, レタスなど生食野菜への汚染の原因となる[103-109]. WHO等では汚染防止のため, 生食野菜への灌排水水質基準を糞便性大腸菌 $\leq 1,000/\text{ml}$, 寄生虫卵 $\leq 1/\text{ml}$ と定めている[110-112]. また, 生食用野菜の*E. coli*菌量によるガイドラインは $<100 \sim 1,000/\text{ml}$ (ICMSF), $<100/\text{ml}$ (ドイツ), $10 \sim 1,000/\text{ml}$ (フランス), $<100/\text{ml}$ (IFST), $20 \sim <100/\text{ml}$ (UK) がみられる[113]. わが国もこれらに準じた基準整備が必要と考えられる.

③ 農場周辺の衛生管理

農場周辺に生息する野ウサギ, 鹿, 野鳥, ハエ, 蛾などがキャリアとなり, 周辺のリンゴなどの果樹を汚染する[114-119]. また, アメリカなどでは放牧, 牧草, アルファルファが輪作され, その生産過程で種子が汚染し, それを原料とするモヤシ等発芽野菜を原因とした集団感染例が多い[105, 120-123].

④ その他(動物との接触)

観光牧場での動物との接触や放牧地内でのキャンプやリクレーションも感染リスクを伴う[58, 119, 124, 125]. 特に5才以下の幼児が病原体の存在する環境に暴露されると, 感染リスクが高まる. 頻りに動物と接触する酪農家族や食肉取扱い者のEHEC抗体価が高いことが知られている[126-129]. これらへの基本的対策は, 幼児はハイリスクな環境に近づけない, 動物と接した場合の手洗の励行が重要となる.

⑤ 家畜の出荷前の衛生管理

穀類などの濃厚飼料の多給はEHECの消化管内での増殖に好条件を与える. そのため出荷前の5日間, 牧草を主とした給餌に切り替えると排菌量を $1/1,000$ 減ずる効果が報告されている[95, 130-136]. 出荷前の一時的な措置として, と畜に出荷24hr前に塩素製剤(100mM NaClO_3)や乳酸菌製剤投与(Competitive exclusion)により排菌量を $10(4)/\text{g}$ 減ずる効果が報告されている[95, 137-140].

また, O157が分解利用できない糖(3g/L)や抗生剤の投与は出荷前の短期間のリスク減少に有効との報告もある[141, 142]. と畜の輸送, 繋留時の水平汚染防止も重要な管理点となる[143, 144].

(2) 食肉加工, 流通での衛生管理

獣毛のEHEC汚染率は腸管の保菌率より高く, と畜体表の洗浄はリスク低減のための重要な管理点となる[145-149].

① 洗浄, トリミング

と畜工程では汚染源となる腸管内容物, 獣毛からの枝肉への二次汚染防止が重要となる。すでに, 危害度分析に基づいて食肉処理工程では腸管結紮札など汚染拡大防止対策が実施されている[150-151]。しかし, HACCPにより食肉処理されたと体でもその汚染は, 8.4~16.8%に達する報告もある[152-155]。またO157で0.3~11%, Non-O157で37.5~64.5%と高い報告もみられる[156-159]。食肉加工工程では連続したモニタリングでと体表面の大腸菌汚染を $<100/\text{cm}^2$ に制御することがポイントとなる[154]。腸管, レバーなどのホルモン類は, 十分な洗浄加工後でも完全な除菌は困難で, 加熱調理以外には感染防止策はない。と畜場の作業環境は腸管汚物, 獣毛由来の病原微生物の汚染リスクが高く, 枝肉への二次汚染防止対策が最も重要となる[143, 160-162]。

食肉加工工程では器具の衛生管理, カット, トリミング処理など枝肉への二次汚染防止が重要管理点となる。汚染率はと体で12%→一次カットで19%→二次カットで5%の報告があり, 工程での汚染防止, 洗浄作業が重要となる[162-166]。

(3) 調理加工, 摂取の衛生管理

① 市販食肉への残存率, 菌量

牛ミンチのO157汚染率は1.1~5.0%で, その菌量は $<3\sim 10(4)/\text{g}$ の報告がある[157, 160, 167]。市販肉への移行はSTECで12% (牛肉), 17% (羊肉), 4% (豚肉), O157では1.1~3.8% (牛肉), 2.9% (羊肉)の報告がある[168-170]。加工ハンバーガーの汚染率はO157で0.12%, STECで90%と高い報告もある[171, 172]。FSOはHACCPに基づく食の安全対策として, 食肉中のO157汚染許容菌量は陰性もしくは $<1/250\text{g}$ を提唱している[173]。衛生的加工がなされた牛肉についてもサンプル量を325gに増量し検査すると25gサンプル量の0.03%に比し0.33%と高く検出される[159]。以上のように食肉処理工程での二次汚染防止には, HACCPによる衛生管理とモニタリングが重要となる[156, 174-181]。

② 二次汚染防止 (非加熱摂取食品, 発芽野菜)

農場から食卓までの一貫した衛生管理は, 最終的には調理者 (消費者) の十分な衛生知識に基づいた実践で達成される。そのためには食材の厳選購入, 保管, 保存中の温度・時間管理で細菌の増殖を防ぐ等家庭でできるHACCPとその啓発が重要となる[182-184]。特に非加熱摂取される果実, サラダ, モヤシ, 浅漬などは一次汚染, 二次汚染ともに起こりうる。これら非加熱摂取食品は完全な除菌は困難でハイリスクな食材といえる[89, 185-188]。汚染リスクの高い食肉から調理器具や生野菜への二次汚染を防止するためには, 加熱前の食材と調理後の食品, 非加熱摂取食品との分けした取り扱いが重要と

なる[189, 190]。肉類の完全な加熱調理 (75°C, 1 min以上), 野菜など非加熱食材の流水での十分な洗浄がポイントとなる。学校給食などの大規模調理施設では1996年以降, 生野菜の塩素水での洗浄, ゆすぎ, 湯がき処理が徹底しO157集団発生例は激減した[191-195]。

3) 洗浄, 除菌, 殺菌技術による制御

衛生的に生産される食肉, 野菜, 果物も動物由来, 自然界由来の微生物の付着, 混入を完全には防げない。洗浄, 殺菌による微生物の制御は, 初期汚染菌量を減じ食品の流通, 保存中の品質保持上でも重要となる。

(1) 洗浄, 除菌

洗浄には機械的なみ洗い, 流水, 温水, 洗浄剤使用などの方法がある。洗浄除菌は加熱処理できない生食用野菜, 果物では, 最も重要な微生物制御法となる。洗浄・除菌の効果はその方法, 回数, 使用薬剤などの条件で異なるが, その効果は $10(1\sim 7)/\text{g}$ と幅広く, 一般的には機械的洗浄だけでは $10(1\sim 3)/\text{g}$ 以上の除菌は期待できない。表1に各種洗浄による除菌効果を示した[145, 196-239]。

(2) 加熱殺菌

食品の確実な殺菌法は, 加熱殺菌といえる。加熱殺菌効果は, 初期汚染菌量, 加熱温度, 加熱時間, 加熱媒体 (脂肪分, 空気含有率などによる熱伝導度), 水分, pH, 回収培地の損傷菌回収度などに影響される。加熱効果の表示はD値 (分) で表され, 「対数死滅の法則」に基づき菌量が1/10減ずる時間 (min) をその加熱温度のD値としている。また, 同一条件で測定した各種温度でのD値の対数値が1/10もしくは10倍に変化するに必要な温度幅をZ値 (°C) で示している。有効な殺菌効果を得るには, 初期汚染菌量の抑制と中心温度到達と保持時間が重要な管理点となる[240]。

FDAの食肉加熱基準はO157で5 D, サルモネラで7 Dが指導されている[241-243]。UKのガイドラインでは, 食肉の安全加熱基準として60°C45min, 65°C10min, 70°C2 min, 75°C30s, 80°C6sを提示している[87]。日本では中心部まで汚染される恐れのある食材は, 中心温度75°C1 min以上の加熱が指導されている[244, 245]。食肉調理では特に挽肉, テンダライズ処理肉は中心部まで汚染し易く, 一端汚染すると同一ロット全体を汚染する。そのため中心部までの十分な加熱が必要となる[89, 246-248]。ハンバーガーが原因の事例では加熱不足が原因となっている。十分な加熱により1/100菌量減少させることで, 感染リスクは1/12減少すると計測されている[248]。表2に各種食品, 条件下 (加熱温度と時間) での殺菌効果を示した[249-298]。

表1 洗浄等によるO157除菌効果

洗浄食品	添加菌量・条件等	効果	文献	
アルファルファ モヤシ (本)	10(3)/本, リンス, 滅菌生食30s/回	1回洗浄 2回洗浄 3回洗浄	10(0.2~1.0)/本減少 10(0.9~1.5)/本減少 10(2~3)/本減少	Barak [196]
トマト表面	10(8)/tomato	水→1回洗浄 (30s) 200ppm塩素水→1回洗浄 200ppmCaCl ₂ →1回洗浄	10(0.7~1.8)/g減少 10(2.9~3.4)/g減少 10(7.6~7.9)/g減少	Bari [197]
トマト表面(150g)	10(7)/個	水洗200ml→5min 200ppmCl ₂ 液200ml→5min	10(1.0~2.1)/個減少 10(3.8~5.1)/個減少	Lang [198]
トマト表面	10(3.7)/cm ² , 15s, 浸漬, 25℃	水のみ 2%乳酸溶液 6.25%ハイポ溶液	10(3.1)/cm ² に減少 10(0.2)/cm ² に減少 10(0.2)/cm ² に減少	Ibarra Sanchez [199]
トマト表面 アルカリイオン	10(6.3)/cm ² , 25℃, 2min, 浸漬攪拌	GC-100X原液 GC-100X-5%液 GC-100X-3%液	10(2.3)/cm ² 減少 10(1.3)/cm ² 減少 10(1.1)/cm ² 減少	Kwon [200]
リンゴ表面	10(4.5)/cm ²	無傷リンゴ→水洗 (15s) 損傷リンゴ→擦り洗い (15s)	10(4.5)→10(2.2)/cm ² 10(4.9)→10(2.6)/cm ²	Kenney [201]
イチゴ表面	10(7)/g, 43℃	モミ洗い→5s 浸漬→2min	81.9%除菌 62.1%除菌	Lukasik [202]
果物, レタス	10(9)/ml, 24hr浸漬, 22℃, 3minリンス	水洗表面 水洗カット面 1%NaHCO ₃ 表面 カット面	10(6.5)/cm ² 生残 10(6.7)/cm ² 生残 10(6.1)/cm ² 生残 10(6.5)/cm ² 生残	Takeuchi [203]
カットレタス	10(6)/g, 4℃	①水洗5min→2回 Ca(OCl) ₂ 2000mg/L液5min+①	88%に減少 38%に減少	Wachtel [204]
リンゴ表面 (直径7.5cm) クリナー	21℃, 1min	1%Kleen [®] 440 (pH12) 1%AplKleen [®] 246 (pH2.0) 5%Shield-BriteAcidex [®] (pH2.0) 5%Shield-BriteClean [®] (pH12) 1%Shield-Brite Mineral XX [®] (pH2.0)	10(1.5)/個減少 10(0.8)/個減少 10(1.0)/個減少 10(1.7)/個減少 10(2.7)/個減少	Kenny [205]
リンゴ表面 (直径7-8.5cm) クリナー	10(6-8)/apple	表面水洗 2~14倍過酢酸液 3~15倍液塩素化リン酸緩衝液	10(2.0)/個減少 10(5.0)/個減少 10(5.0)/個減少	Wisniewsky [206]
リンゴスライス	10(8)/g, 10min浸漬	水 2.8%アスコルビン酸溶液 1.7%クエン酸溶液	10(1.0)/g減少 10(1.7)/g減少 10(1.3)/g減少	Tharrington Tarrington [207]
浅漬キャベツ 3×3cm	10(6)/g, 15min, 攪拌, 室温	水洗 0.5g/L-酸性化塩素Na(ASC)	10(1.0)/g減少 10(2.4)/g減少	Inatsu [208]
マナ板	洗浄 (EO), 10min, 10(10)/cm ²	23℃, 87ppm Cl ₂ 35℃, 87ppm Cl ₂	10(2.6)/cm ² 生残 10(1.0)/cm ² 生残	Venkitanarayanan [209]
枝肉 (脂肪)	10(6.8)/25cm ² , 4.8L/min	水 (pH5.0) 5%酢酸溶液 (pH3.7) 5%クエン酸溶液 (pH2.9) 5%乳酸溶液 (pH3.2)	10(1.8)/25cm ² 減少 10(3.4)/25cm ² 減少 10(3.9)/25cm ² 減少 10(4.0)/25cm ² 減少	Cutter [210]
ブロック肉 3回スプレー	10(7)/ml, 2回水洗+ 2L(10℃)+2L(85℃)+2L(50℃)	2%乳酸溶液 0.2%乳酸溶液 2%酢酸溶液 0.2%酢酸溶液	10(4.6)/mlに減少 10(3.8)/mlに減少 10(4.9)/mlに減少 10(3.2)/mlに減少	Samelis [211]
牛肉	10(5.0)/cm ² , 15秒スプレー, 80lb/in ²	水 (32℃) 温水 (70℃) 12%リン酸3ナトリウム	10(0.8)/cm ² 減少 10(3.2)/cm ² 減少 10(5.0)/cm ² 減少	Dorsa [212]
牛肉	10(6.2)/cm ² , 125psi, 15秒スプレー	水 (40℃) 2%酢酸溶液	10(2.9)/cm ² 減少 10(3.1)/cm ² 減少	Cutter [213]
牛肉	10(5.0)/cm ² , 125psi/in ² , 15秒スプレー	水 (25℃) 2%酢酸溶液	10(1.5)/cm ² 減少 10(2.5)/cm ² 減少	Berry [214]
牛肉 (2kg) 有機酸/水洗	10(7)/ml, 15℃, Biofilm	①水洗 (10℃/80℃3L) 2%酢酸100倍液+① 2%乳酸100倍液+①	2日で10(4.9)/cm ² に減少 2日で10(3.1)/cm ² に減少 2日で10(2.8)/cm ² に減少	Stopforth [215]
鶏肉 (手羽)	10(3.7~4.9)/ml, 4℃	水洗-50rpm-30min 0.5%乳酸+0.05%安息香酸-30min	8日後10(4.9)/ml変化なし 8日で10(1.3)/mlに減少	Hwang [216]
牛肉 (枝肉)	10(4~5)/cm ² , 4℃, 7.6L-スプレー	水洗 2%乳酸 2%乳酸+0.5%安息香酸	1日で10(1.7)/cm ² 減少 1日で10(2.2)/cm ² 減少 1日で10(1.4)/cm ² 減少	Calicioglu [217]
牛肉 (首肉)	10(2.1)/cm ² , 4℃, 80lb/in ² /15s	水洗 2.0%酢酸 (pH4.5) 2.0%乳酸 (pH4.2) 12%リン酸ソーダ (pH10.9)	10(0.3)/cm ² 減少 10(0.5)/cm ² 減少 10(2.1)/cm ² 減少 (不検出) 10(2.1)/cm ² 減少 (不検出)	Dorsa [218]

(表1の続き)

洗浄食品	添加菌量・条件等	効果	文献	
牛肉	10(5.9)/cm ² , 35°C, 125psi/15s	水洗	10(4.3)/cm ² に減少	Cutter [219]
		2.0%酢酸 (pH2.9)	10(4.2)/cm ² に減少	
		2.0%乳酸 (pH2.4)	10(2.9)/cm ² に減少	
		10%リン酸ソーダ (pH10.4)	10(0.0)/cm ² に減少	
牛肉	10(3.4)/cm ² , -3°C, スプレー, 30min毎/10hr	0.01%NaOCl ₂	10(2.9)/cm ² に減少	Stopforth [220]
		0.02%過酢酸液	10(2.1)/cm ² に減少	
		2.0%乳酸	10(1.3)/cm ² に減少	
		0.1%セシルピリジジ塩酸液	10(0.0)/cm ² に減少	
牛肉	10(7)/g, アルカリクリナー (pH11) → 2 min 22°C (11%NaOH, 1.8%Cl ₂)	10(0.7)/gに減少	Sharma [221]	
牛肉	10(5.1)/cm ² , 4°C	水洗 (0.15gal/min-50s)	4日後10(5.8)/cm ² 微増	Samelis [222]
		2%酢酸, 55°C (")	4日後10(3.7)/cm ² に減少	
		2%乳酸, 55°C (")	4日後10(<1.0)/cm ² に減少	
牛肉 (赤身)	10(4.4~6.6)/cm ² , 100mlスプレー	湿式堆肥接種	10(1.4)/cm ² 減少	Delazari [223]
		乾式堆肥接種	10(1.0)/cm ² 減少	
と畜体表	10(3~4)/cm ² , 15L/min	洗浄 1 min 洗浄 3 min	5.1×10(1)/cm ² に減少 10(2.2)/cm ² に減少	Byrne [145]
と畜体表 赤肉表面	10(5~6)/cm ² , 30秒, 浸漬	2%乳酸溶液, と体	10(3.3)/cm ² 減少	Ransom [224]
		2%乳酸溶液, 赤肉	10(1.3)/cm ² 減少	
		0.5%CPC*1, と体	10(4.8)/cm ² 減少	
		0.5%CPC, 赤肉	10(2.1)/cm ² 減少	
枝肉表面	10(5)/cm ² , 56°C, 15s	水道水	10(2.6)/cm ² に減少	Cutter [225]
		2%酢酸液	10(0.3)/cm ² に減少	
と畜体表	10(5.8)/cm ²	35°C温水洗浄 1.5L/90s+5L/9s	10(2.6~4.0)/cm ² に減少	Castillo [226]
		①水洗浄 (35°C) ①+2%乳酸溶液スプレー (55°C)	10(3.3)/cm ² 減少 10(5.2)/cm ² 減少	Castillo [227]
と畜体表	10(6.0)/cm ² , 140mlスプレー, 69kPa, 10s	温水洗浄	10(2.3)/cm ² 減少	Castillo [228]
		PASC*2洗浄	10(3.8)/cm ² 減少	
		CASC*3洗浄	10(4.5)/cm ² 減少	
と畜体表	10(5.2)/cm ² , 250psiスプレー	①35°C水洗浄5L	10(2.7)/400cm ² 減少	Castillo [229]
		①+95°C水洗浄	10(4.0)/400cm ² 減少	
と畜体表	10(5~6)/cm ²	水洗処理	10(2.4)/cm ² 減少	Castillo [230]
		水洗+乳酸処理	10(4.6)/cm ² 減少	
と体表面	10(5)/cm ²	①トリミング	10(3~4)/cm ² 減少	FSIS [231]
		①+水洗 (70°C, 3.8L/min, 40psi)	10(4.7)/cm ² 減少	
		水洗+スチーム (88-94°C) 殺菌	10(4.2)/cm ² 減少	
と体表面	10(5)/cm ²	①トリミング+水洗 (35°C)	10(4.7)/cm ² 減少	Phebus [232]
		②=①+スチーム (>82°C, 15s)	10(4.4)/cm ² 減少	
		③=②+2%乳酸液	10(4.1)/cm ² 減少	
と体表面	10(7)/cm ²	32°C水洗浄→15min	10(5.6)/cm ² に減少	Berry [233]
と体表面	10(7.7)/cm ² , 50~100L/と体	水洗浄	10(2.9)/cm ² 減少	Delazari [234]
		5%酢酸液	10(3.6)/cm ² 減少	
		0.1%クロロヘキシジン液	10(5.1)/cm ² 減少	
		3%H ₂ O ₂ 液	10(3.8)/cm ² 減少	
生体獣毛 と体表面	フィールド 2回洗浄 (3 min/回), 500lb/in ²	1%CPC-O157獣毛	陽性率56%→34%に減少	Bosilevac [235]
		O157と体 腸内細菌数	陽性率23%→3%に減少 10(3.1)→10(2.1)/cm ² 減少	
獣毛 と体表面	1~1.5%水酸化Na液 "	洗浄+リンス	陽性率44%→16%に減少	Bosilevac [236]
		腸内細菌数	10(7.0)→10(3.6)/cm ² 減少	
と体表面	10(5)/cm ² , スプレー, 25°C 125lb/in ² , 15s	水洗	10(1.3)/cm ² 減少	Berry [237]
		2%酢酸液	10(2.5)/cm ² 減少	
獣毛 化学脱毛	10(5)/cm ²	ポリエチレンスプレー 90s	10(>4.8)/cm ² 減少	Castillo [238]
		10%亜硫酸Na溶液 90s+60s 3%H ₂ O ₂ /17s+45°C水洗		
獣毛 オゾン/電解水	2 ppmオゾン, スプレー	EO水15°C→15s	汚染率89%→31%に減少	Bosilevac [239]
		EO水60°C→10s	汚染率82%→35%に減少	

*1) CPC: Cetylpyridinium chloride (塩化セチルピリジウム), *2) PASC: 1,200mg/L sodium chloride acidified with phosphoric acid (リン酸酸性塩化ナトリウム), *3) CASC: 1,200mg/L sodium chloride acidified with citric acid (クエン酸酸性塩化ナトリウム)

表2 各種条件でのO157加熱殺菌効果

加熱媒体等	加熱条件		殺菌効果	文献
各種試料 (文献集計)	全試料		D(60°C)=1.6min, Z=7.6°C	Stringer [249]
	ブイオン, 緩衝液		D(60°C)=1.7min, Z=10.5°C	
	アップルジュース		D(60°C)=0.8min, Z=7.4°C	
	肉類		D(60°C)=1.8min, Z=5.5°C	
推計モデル	Weibull model	LogS=N ₀ -[1/ln10](τ/α) ^{1/β} T=4.8601*10(7)*e ^{-(0.264*t)}	5D(52°C)=64.75min 5D(56°C)=20.02min 5D(60°C)=2.95min	Breidt [250]
TSBブイオン	10(8)/ml	加熱ショック処理→56°C 無処理 (rpoS+株)→56°C 無処理 (rpoS-株)→56°C	8D=90min 8D=60min 8D=45min	Rowe [251]
食塩水	10(4~6)/ml, pH4.3	0.5%NaCl→62.5°C 8.5%NaCl→62.5°C	D=15~34s D=108~158s	Blackburn [252]
牛肉パイ (110g)	10(6~7)/g	68°C片面焼→15.8min 68°C両面焼→4.6min	10(2.9)/g減少 10(6.1)/g減少	D'sa [253]
冷凍ピザ	10(6.5)/g, 脂肪分15%	オープン→135°C " →191°C " →246°C	D=6.6min D=3.4min D=2.3min	Faith [254]
ブイオン	10(6.2)/ml, pH7.3, 日本流行5株	55°C 60°C	D=2.7~5.8min D=20.9~32.5s	春日ら [255]
ペプトン水	牛肉由来株, 10(7)ml	10°C培養菌→56°C 37°C培養菌→56°C	D=2.5min D=9.3min	Semanchek [256]
	サラミ由来株, 10(7)/ml	10°C培養菌→56°C 37°C培養菌→56°C	D=5.9min D=26.4min	
TSBブイオン	10(7)/ml	無処理菌→54°C	D=12.1min	Williams [257]
		" →58°C	D=2.2min	
		" →62°C	D=0.6min	
		45°C, 30min処理菌→54°C (Heat shock) →58°C	D=16.6min D=3.7min	
		" →62°C	D=0.9min	
TSBブイオン	10(10)/ml	60°C→5min	10(2.0)/ml減少	Geeraerd [258]
		60°C→10min	10(8.0)/ml減少	
緩衝液 NaCO ₃ -NaOH	10(8)/ml, 50°C	pH7→20min	10(1.0)/ml減少	Teo [259]
		pH10→2min	10(2.0)/ml減少	
		pH11→2min	10(4.0)/ml減少	
牛肉スープ	10(8)/ml	予備加熱なし→60°C 45°C, 30min予備加熱→60°C	D=1.9min D=1.7min	Juneja [260]
ハンバーグ 100g	10(6.6)/g, Fat27%, 137°Cプレート, 3min	56.1~56.7°C 68.3°C	2D=3min 4D=3min	Juneja [261]
牛肉パティ 110g	10(6~7)/g, オープン, 片面焼き中心部→60°C (129.9°C) 68°C Fat 14.7%	両面焼き中心部→60°C (176.6°C) 68°C	1. 3D=9.94min	D'sa [253]
			2. 9D=15.76min	
			5. 7D=4.48min	
			6. 1D=4.56min	
乾燥牛肉	10(8)/g, 脂肪分5~20%, 2~8hr乾燥加熱	52°C	D=2.59min	Faith [262]
		57°C	D=2.98min	
		63°C	D=1.23min	
TSBブイオン	10(7)/ml, 1.5%酢酸前処理, 15min	54°C	D=12.7min	Williams [263]
		58°C	D=2.3min	
		62°C	D=0.7min	
発酵バター コショウ	10(6.8)/g, Fat 31%	加熱処理→53°C 加熱処理→63°C	5D=60min 6D=60min	Hinkens [264]
肉類 ソーセージ	10(5~7)/g	鶏肉 (脂肪11%) -55°C	D=9.7min, Z=4.4°C	Ahmed [265]
		七面鳥 (脂肪11%) -55°C	D=9.7min, Z=4.4°C	
		牛肉 (脂肪10%) -55°C	D=15.3min, Z=4.4°C	
		豚ソーセージ (脂肪10%) -55°C	D=7.8min, Z=4.7°C	
牛肉	10(6)/g	脂肪分30.5%-57.2°C	D=5.3min	Line [266]
		62.8°C	D=0.5min, Z=8.3	
		脂肪分17.0%-57.2°C	D=4.5min	
牛肉	10(7)/50g, 赤身75%	62.8°C	D=0.4min, Z=8.4	Juneja [267]
		55°C	D=20.89min	
		57.5°C	D=7.77min	
牛肉	10(7)/g, 脂肪分17~20%	60°C	D=3.39min	Doyle [268]
		54.4°C	D=2, 390s	
		60°C	D=45s	
		64.3°C	D=9.6s, Z=4.1°C	

(表2の続き)

加熱媒体等	加熱条件	殺菌効果	文献
牛肉	10(8)/g	脂肪分 4.8% 61°C	D=1.2min, Z=3.8°C
		63°C	D=0.16min
		脂肪分19.1% 61°C	D=0.32min, Z=3.6°C
		63°C	D=0.18min
牛肉	10(5~6)/g	冷蔵保存肉 60°C	D=3.0~11.3min
		62.8°C	D=1.1~6.3min
		冷凍保存肉 60°C	D=3.0~11.3min
		62.8°C	D=0.3~3.0min
肉製品加熱 (ターキ)	ソーセージ, 10(9)/tube	脂肪分 29.8%-55°C	D=31.6min
		NaCl 1.2%-60°C	D=2.4min, Z=4.6°C
	ハム, 10(9)/tube	脂肪分 12.2%-55°C	D=23.9min
		NaCl 1.9%-60°C	D=1.50min, Z=4.5°C
肉製品 ソーセージ	10(8)/g, pH4.7~5.2, 脂肪分10%, NaCl10%	43°C	7D=20hr
		46°C	7D=10hr
Bologna 燻製ソーセージ	10(7.5~7.9)/g, 脂肪 5-11%	大 (115mm) 48.9°C	10(6.1~6.3)/g減少
		中 (90mm) 53.0°C	10(6.5~6.7)/g減少
予測微生物学	計測推計	70°C	20±4sで10(5)/g減少
		70°C	24±1sで10(6)/g減少
牛肉	10(6.9~7.4)/g, 脂肪分22%	72°C	14±1sで10(7)/g, Z=6.5
		58.9°C	D=3.9~7.6min
牛肉ミンチ (10.9min)	10(7)/g, pH6.0, 脂肪分8%, 水分72.8%	65.6°C	D=0.17~0.19min, Z=5.2°C
		53°C	D=46.1min
		58°C	D=6.44min
		63°C	D=0.43min
牛肉パティ	37°C培養菌, 10(7)/g	68°C	D=0.12min, Z=5.6°C
		増殖期菌→55°C	D=1.7min
牛肉パティ	10(7)/g	静止期菌→55°C	D=21.3min
		片面交互加熱 (中心73°C)	10(2.6)/gに減少
ハンバーガー 赤身73%	10(5.7)/g, 調理条件	71°C, 両面同時加熱 (2.7min)	10(0.4)/gに減少 (中心72°C)
		137°Cオープン	4D=2.2~4min
ハンバーガー (冷凍牛肉)	10(6~7)/g, 脂肪分30%	中心温度68.3°C	Y(log10)=20.53-0.12X(F)
		55°C (生/凍結)	D=41.1/11.7min
ハンバーガー (冷凍牛肉)	10(5)/g, 脂肪分30%	60°C (生/凍結)	D=4.2/2.4min
		65°C (生/凍結)	D=0.7/0.6min
牛肉	牛肉 (赤身90%), 10(8)/g	乳酸Na無添加-55°C	D=12.4min
		" 60°C	D=3.5min
鶏肉	鶏肉 (ささみ), 10(8)/g	4%乳酸Na添加-55°C	D=12.4min
		" 60°C	D=2.2min
牛肉	牛肉 (赤身90%), 10(8)/g	55°C	D=20.45min
		60°C	D=0.61min
牛肉	牛肉 (赤身90%), 10(8)/g	65°C	D=0.39min, Z=6.0°C
		55°C	D=11.83min
牛肉	10(7~8)/g, 93%赤身	60°C	D=1.63min
		65°C	D=0.36min, Z=6.0
牛肉	10(7)/g, 牛肉, 脂肪分34.4%, 水分49.7%	55°C	D=11.13min
		60°C	D=1.71min
七面鳥肉	10(7)/g, 七面鳥肉, 脂肪分5.4%, 水分71.2%	65°C	D=0.75min, Z=7.6°C
		55°C	D=21.56min
牛肉	10(7)/g, 牛肉, 脂肪分34.4%, 水分49.7%	60°C	D=1.96min
		65°C	D=0.32min, Z=5.43°C
牛肉	10(6)/g	55°C	D=19.05min
		60°C	D=2.06min
豚肉	10(7)/g, 水分45.0%, 脂肪分15.2%	65°C	D=0.25min, Z=5.17°C
		無処理→60°C	D=2.8min
七面鳥肉	10(7)/g, 脂肪分4.3%	55°C, 30min前処理→60°C	D=1.7min
		Ozone前処理→60°C	D=1.8min
七面鳥肉	10(7)/g, 脂肪分4.3%	55°C	D=33.44min
		60°C	D=3.22min
七面鳥肉	10(7)/g, 脂肪分3%	70°C	D=0.048min
		55°C	D=79.5min
七面鳥肉	10(8)/g, 脂肪分3%	65°C	D=1.7min, Z=5.7~6°C
		無塩→55°C	D=7.7min, Z=4.5°C
	脂肪分11%	4%NaCl→55°C	D=27.2min, Z=5.9°C
		無塩→55°C	D=11.0min, Z=4.4°C
		4%NaCl→55°C	D=25.1min, Z=5.4°C

(表2の続き)

加熱媒体等	加熱条件		殺菌効果	文献
リンゴジュース	10(5)/ml, pH3.9	非耐酸性株	58°C D=1.9min, Z=5.6°C	Mozzotta [288]
		耐酸性株	58°C D=3.5min, Z=5.9°C	
オレンジジュース	10(5)/ml, pH3.9	非耐酸性株	58°C D=3.2min, Z=4.8°C	
		耐酸性株	58°C D=5.0min, Z=4.9°C	
リンゴジュース	10(10)/ml, リンゴ酸 (0.2~0.8%), pH3.6~4.4	52°C	D=18.0min	Splittstoesser [289]
		55°C	D=5.1min	
		58°C	D=0.4min, Z=4.8°C	
リンゴジュース	10(8)/ml, pH3.6	無処理→58°C	D=1.59min	Folsom [290]
		Cl ₂ -0.6mg/L-1.2min処理→58°C	D=0.8min	
リンゴサイダー	10(6)/ml, pH3.4	61°C	D=21.3~58.8s	Ingham [291]
リンゴジュース		21°C, 0~6hr保存後→61°C	D=26.3~38.5s	
アップルサイダー	10(7)ml, 50°C	①0.1%BE*1→pH4.0	D=6.99min, Z=10.2°C	Steenstrup [292]
		①+1%MA*2→pH3.1	D=0.36min, Z=17.1°C	
		①+0.2%SO*3→pH4.2	D=1.87min, Z=6.0°C	
リンゴサイダー	10(7)/ml, pH3.6	無添加→50°C	D=65.2min	Dock [293]
		①0.1%SO添加→50°C	D=13.2min	
		①+0.5%MA+0.1%BE→50°C	D=0.5min, Z=6.0°C	
リンゴサイダー	10(8)/ml, pH3.3, Brix11, 10%グリセロール	60°C	14sで10(2.0~3.4)/ml減少	Mak [294]
		62°C	14sで10(2.0~3.6)/ml減少	
		68°C	14sで10(6.1~6.6)/ml減少	
		71°C	6sで10(6.6)/ml減少	
Pepperoni (コショウ) 発酵	10(5~6)/g, 耐酸性株, pH4.8 (発酵前)	55°C	D=35.1min	Riordan [295]
		58°C	D=11.0min	
		60°C	D=3.6min	
		62°C	D=1.3min, Z=5.05°C	
卵殻膜抽出液 0.1%ペプトン	10(7)/ml, pH6.9	無処理→52°C	D=11.75min	Poland [296]
		卵殻膜抽出液処理→52°C	D=1.96min	
BHI	10(8)/ml	55°C	D=13.4min	Whiting [297]
		60°C	D=1.36min	
下水汚泥	大腸菌ファージ	60°C	60minで10(1.0)/g減少	Moce-Llivina [298]
		80°C	60minで10(2.5)/g減少	

*1) BE ; sodium sorbate (ソルビン酸Na), *2) MA ; malic acid (リンゴ酸), *3) SO ; potassium sorbate (ソルビン酸Ka)

(3) 非加熱殺菌

野菜など主として非加熱摂取食品に応用される塩素殺菌, 有機酸処理, オゾン, 電解水 (EO), ガンマー線, 高圧殺菌, 高電圧パルスなど多くの非加熱殺菌技術が開発・応用されている[234, 299-301]. 各種殺菌法による

O157殺菌効果を表3に示した[202, 209, 226, 302-438]. 非加熱殺菌の効果は初期汚染菌量, 有機物の混在, バイオフィームの形成などにより一様ではない. FDAは柑橘などの果物についても表面の病原菌が5D減ずる洗浄, 殺菌処理を求めている[439-442].

表3 塩素水などO157非加熱殺菌効果

殺菌剤/媒体	添加菌量・殺菌条件		殺菌効果	文献
Cl ₂ (塩素水) ろ過滅菌水	10(7.5)/ml, 23°C, 30s	1.0ppm	10(3.4)/mlに減少	Zhao [302]
		2.0ppm	10(2.9)/mlに減少	
Cl ₂ 水 レタス	200ppm, スプレー	接種菌量 3,500/g→1min →5min	31/g残存 45/g残存	Beuchat [303]
		接種菌量39,800/g→1min →5min	191/g残存 28/g残存	
Cl ₂ 水 野菜/リンゴ	リンゴ	200ppmCl ₂ 浸漬, 10min	10(1.5)→10(0.9)/cm ² に減少	Beuchat [304]
		2,000ppmCl ₂ 浸漬, 10min	10(1.5)/cm ² →不検出	
	トマト	200ppmCl ₂ 浸漬, 10min	10(2.3)→10(0.9)/cm ² に減少	
		2,000ppmCl ₂ 浸漬, 10min	10(2.3)→10(0.6)/cm ² に減少	
	レタス	200ppmCl ₂ 浸漬, 10min	10(6.2)→10(3.7)/cm ² に減少	
Cl ₂ 水 カットレタス	10(3)/レタス, 10°C, 浸漬, 攪拌	100ppmCl ₂ →3min	10(2.0)/g減少	Delaquis [305]
Cl ₂ 水 カットレタス	10(7)/cm ² , 22°C, 200ppm, 5min	表面 切断面	10(6.9)→10(6.6)/cm ² 10(7.1)→10(6.7)/cm ²	Takeuchi [306]
Cl ₂ 水 ステンレス表面	10(8)/ml, Cl ₂ -50μg/ml	浮遊菌 バイオフィーム形成菌	8D=1min 4D=5min	Ryu [307]
電解水 (EW) レタス	10(6.1)/g, 30°C	Cl ₂ -300ppm→5min	10(2.0)/g減少	Yang [308]

(表3の続き)

殺菌剤/媒体	添加菌量・殺菌条件	殺菌効果	文献
Cl ₂ (塩素水)	10(1.5)/cm ² リンゴ 200ppm→3 min	10(1.5)→10(0.4)/cm ² に減少	Beuchat [304]
リンゴ/トマト	10(2.3)/cm ² トマト 200ppm→3 min	10(2.3)→10(0.8)/cm ² に減少	
レタス表面	10(6.2)/cm ² レタス 200ppm→3 min	10(6.2)→10(4.6)/cm ² に減少	
Cl ₂ (塩素水)	10(7)/g, 浸漬, 43°C	0.3ppmCl ₂ →2 min 62.1%除菌	Lukasik [202]
イチゴ		50ppmCl ₂ →2 min 95.7%除菌	
		200ppmCl ₂ →2 min 96.3%除菌	
Cl ₂ (塩素水等)	10(3.2)/cm ² , 2 min	水浸漬 10(1.2)/cm ² 減少	Wright [309]
リンゴ表面		200ppm塩素水 10(2.1)/cm ² 減少	
		5%酢酸+3%H ₂ O ₂ 10(2.6)/cm ² 減少	
		0.3%リン酸 10(2.9)/cm ² 減少	
		5%酢酸 10(3.1)/cm ² 減少	
Cl ₂ (塩素水等)	室温, 手振り, 200ppm	レタス→1 min 10(1.0)/g減少	名塚ら [309a]
レタスなど		キャベツ→1 min 10(1.0)/g減少	
		キュウリ→10min 10(0.4)/g減少	
Cl ₂ (SANOVA)	1,000ppm Acidified NaClO ₂ 液	10(5.3)/g減少	Gonzalez [310]
刻み人参	(Cl ₂ +200ppm) 15min 浸漬		
Cl ₂	10(5.7)/ml, 250ppm, 5°C, pH7.0	30s 10(2.5)/ml減少	Rice [311]
CDF-buffer		60s 10(1.6)/ml減少	
		120s 10(0.7)/ml減少	
Cl ₂ +乳酸 (LA)	10(8)/g, 15min, 25°C	20,000ppm Cl ₂ 10(6.9~6.6)/g減少	Lang [312]
種子 (alfalfa)		5%LA+2,000ppm Cl ₂ 10(4.1~6.1)/g減少	
		5%LA+2,000ppm Cl ₂ 10(2.3~6.3)/g減少	
Cl ₂ +乾燥加熱	10(4~5)/g, <i>a_w</i> 0.56	50°C→1 hr 10(4.3)/g減少	Bari [313]
種子 (alfalfa)		200ppm Cl ₂ →1 hr	
CaCl ₂	10(2.6)/ml, 25°C,	無処理→24hr 10(7)/ml増加	Bari [314]
カイワレ大根	10(3.0)/ml	0.4%CaCl ₂ →24hr 不検出	
Cl ₂	10(2~3)/g, 21°C, 24hr,	水 (無処理) 10(2.2)/g→10(5.0)/g増加	Taormina [315]
アルファルファ	スプレー	2,000ppm NaOCl 10(2.5)/g→10(4.9)/g増加	
発芽工程		2,000ppm Ca(OCl) ₂ 10(2.1)/g→10(5.0)/g増加	
		1,200ppm Acidified NaClO ₂ 10(2.1)/g→10(2.9)/g増加	
Cl ₂	10(2~3)/g, 2,000ppm Ca(OCl) ₂ →3min	10(2.7)/g→10(0.3)/gに減少	Taormina [316]
Ca(OCl) ₂ 等	1,200ppm Acidified NaClO ₂ →0.5min	10(3.2)/g→10(0.3)/gに減少	
種子 (alfalfa)	500ppm Acidified ClO ₂ →3min	10(2.7)/g→10(0.3)/gに減少	
	1%H ₂ O ₂ →3min	10(3.2)/g→10(0.3)/gに減少	
	4%リン酸Na液→0.5min	10(2.5)/g→10(0.3)/gに減少	
Cl ₂	10(3.2)/g, 23°C, 1 min	20,000ppm-Chlorine 10(2.5)/g減少	Holliday [317]
Ca(OH) ₂		8%H ₂ O ₂ 10(2.9)/g減少	
種子 (alfalfa)		1%Ca(OH) ₂ 10(3.2)/g減少	
		1%Ca(OH) ₂ +1%Tween80 10(3.6)/g減少	
加温+Ca(OH) ₂	10(3.7)/g, 10min	水 58°C 10(3.0)/g減少	Beuchat [318]
種子 (alfalfa)		1%Ca(OH) ₂ 58°C 10(3.7)/g減少	
		1%Ca(OH) ₂ +1%Tween80 58°C 10(3.7)/g減少	
HgCl ₂	10(4)/g, 0.1%HgCl ₂ , 10min	カット面 1~6/10陽性	Itoh [319]
カイワレ		表面 0/10陰性	
CPC*1	10(4~5)/cm ² , 1 min, 浸漬	0.1%CPC*1液 10(0.7~1.2)/g減少	Wang [320]
カット野菜		0.5%CPC液 10(1.1~1.9)/g減少	
CPC/ASC*2	10(5~6)/g,	0.5%CPC+0.12%ASC*2 10(3.4)/g減少に8日	Lim [321]
牛生肉	スプレー	0.12%ASC+0.1%CPC 10(2.1)/g減少に8日	
ClO ₂ ガス	10(7~8)/個, 22°C,	0.2mg/L→15min 10(1.2)/個減少	Han [322]
イチゴ	湿度90-95%	→30min 10(2.4)/個減少	
		0.6mg/L→15min 10(1.9)/個減少	
		→30min 10(3.0)/個減少	
ClO ₂ ガス	10(7)/4cm ² , 21°C	3.3mg/L→20min 10(5.0)/4cm ² 減少	Du [323]
リンゴ表面		7.2mg/L→10min 10(5.0)/4cm ² 減少	
ClO ₂ 氷	10(5)/g, 100ppm, 30min	SMAC培地表面 10(5.4)/g減少	Shin [324]
魚体表		サバ体表 10(4.8)/g減少	
ClO ₂ ガス	10(6.7)/g, 4 mg/L	キャベツ→20.5min 10(3.1)/g減少	Sy [325]
カット野菜		人参→20.5min 10(5.6)/g減少	
		レタス→20.5min 10(1.6)/g減少	
Cl ₂ (ASC)	10(6)/g, 15min, pH2.2, 室温	滅菌水 10(1.0)/g減少	Inatsu [326]
カット野菜		①クエン酸 (1g/L) 10(1.5)/g減少	
		①+NaClO ₂ (0.5g/L) 10(3.0)/g減少	
クエン酸 (天然)	10(7~8)/g, 10min	20,000ppm Citrex® 10(3.3~3.4)/g減少	Fett [327]
		16,000ppm Chlorine 10(3.2~3.3)/g減少	

(表3の続き)

殺菌剤/媒体	添加菌量・殺菌条件	殺菌効果	文献
食酢	10(7~8)/ml, 30°C ①2.5%食酢 ②甘酢(①+10%Sucrose) ③2杯酢(①+3.5%NaCl) ④3杯酢(③+3.5%NaCl)	150minで死滅 180minで死滅 10minで死滅 10minで死滅	菅野 [328]
食酢	10(8)/ml, 30°C, 2%NaCl 2.5%酢酸→150min 5.0%酢酸→25min 10%酢酸→1min	死滅 死滅 死滅	Entani [329]
過酢酸 レタス	10(6~7)/g, 22°C エアゾル中→10min →30min →60min	10(0.8)/g減少 10(2.2)/g減少 10(3.4)/g減少	Oh [330]
有機酸 肉洗浄液	10(3~4)/ml, 10°C, 60min 耐酸性株 0.2%乳酸 0.2%酢酸 易酸性株 0.2%乳酸 0.2%酢酸	10(3.7)→10(2.0)/mlに減少 10(3.0)→10(2.2)/mlに減少 10(3.9)→10(3.3)/mlに減少 10(3.8)→10(2.6)/mlに減少	Sameles [331]
酸, 凍結 (-11°C) ジュース	10(8)/ml クランベリー (pH2.0)→1hr レモン (pH1.8, Brix [®] 48-55)→1hr ライム (pH2.2, Brix [®] 50)→1hr	死滅 (>5D) 死滅 (>5D) 死滅 (>5D)	Nogueira [332]
酸, 凍結 (-20°C) リンゴサイダー	10(7)/ml, pH3~4 ①凍結&解凍 ①+0.05%ソルビン酸, 25°C, pH3.9 ①+0.1%安息香酸, 35°C, pH3.3	5D=測定不可 5D=12hr 5D=6hr	Uljas [333]
アルカリ溶液 コンニャク液	10(6)/ml pH12~12.2, 室温	6D=24hr	北元ら [334]
フマル酸 (FA) リンゴサイダー	10(7.1)/ml, 25°C, pH3.0 0.15%FA→4hr 0.2%FA→4hr	10(2.9)/ml減少 10(3.4)/ml減少	Comes [335]
ジアセチール LBHI	10(5.8)/ml, 40°C 無添加→16hr 50ppm→4hr	10(4)/ml増加 10(2)/ml減少	Kang [336]
過酸化水素 リンゴ/オレンジ	10(7)/個, 40°C, 15min H ₂ O ₂ (1.5%) + 乳酸 (1.5%)	10(>6.0)/個減少	Venkitanarayanan [337]
過酸化水素 TSYEブイヨン	10(8.5)/ml, pH7.3, 37°C 80mM-H ₂ O ₂ 8%酢酸液	D=0.19hr D=0.21hr	Zook [338]
ラクトオキシダーゼ (LPS), 牛肉	10(4)/cm ² , 12~1°C LPS 1.9単位/cm ² (Lactoperoxidase)	2D=21日	Elliot [339]
塩素ガス レタス	10(7~8)/ml, 22°C ClO ₂ ガスパック→30min →1hr →3hr	10(3.4)/g減少 10(4.4)/g減少 10(6.9)/g減少	Lee [340]
塩素ガス コショウ表面	10(7.4)/5g, 15°C, 湿度75% ClO ₂ 0.3mg/L→31min	10(3.2~5.2)/5g減少	Han [341]
炭酸ガス リンゴジュース	10(4)/ml 5°C-1%CO ₂ →14日 5°C-4%CO ₂ →7日 20°C-4%CO ₂ →1日 20°C-4%CO ₂ →1日	10(0.3)/ml生残 10(2.1)/ml生残 10(3.2)/ml生残 10(3.5)/ml生残	Yuste [342]
凍結/解凍 リンゴサイダー	10(7)/ml pH3.3凍結/解凍のみ pH3.7凍結/解凍のみ pH4.1+0.1%ソルビン酸+凍結/解凍	>5D= (35°C-6hr保持) >5D= (4°C-6hr+25°C-2h保持) >5D= (35°C-6hr保持)	Uljas [343]
オゾンガス コショウ表面	10(7)/5g, 湿度60~90% 5mg/L→40min 8mg/L→40min	10(2.8)/5g減少 10(7.1)/5g減少	Han [344]
オゾンガス ジュース	10(6~7)/ml, 0.9g/hr, 4°C, 15min リンゴ オレンジ	10(4.8)/ml減少 10(5.4)/ml減少	Williams [345]
オゾン水 種子	10(5)/5g, 6°C 4~21ppm→16min →64min	10(1.4~1.4)/g減少 10(4.0~4.8)/g減少	Sharma [346]
オゾン水+ 低圧/種子	10(5)/g ①83kPa→5min ①+オゾン0.34m ³ /h→64min	10(0.7~1.6)/g減少 10(2.0)/g減少	Sharma [347]
オゾン水 リンゴ表面	10(6.5)/g, 22~25°C, 擦り処理 22~24mg/L→3min	10(3.3)/g減少	Achen [348]
オゾン リン酸緩衝液	10(7~9)/ml, 37°C 3mg/L 10mg/L 18mg/L	D=5.91min D=3.91min D=3.18min	Byun [349]
オゾン と畜体表	10(8)/ml, 25°C 2.5ppm→40s 95mg/L, 30s+spray (80lb/in ²)	10(5~6)/ml減少 10(2.0~3.6)/cm ² 減少	Kim [350] Castillo [226]
オゾン+ パルス波	2×10(8)/ml, TSBYE ①オゾン1μg/ml ①+パルス波25kV/cm ²	10(3.7)/ml減少 10(8.0)/ml減少 (不検出)	Unal [351]
電解水 (EO) Cl ₂ 水 (レタス)	10(7.9)/g, pH2.5, 22°C 45ppm→1min →3min	10(4.96)/g減少 10(4.97)/g減少	Park [352]
電解水 (EO) Cl ₂ 水	10(10)/ml, pH2.5 1150mV-13mg/L→30s	死滅	Kim [353]

(表3の続き)

殺菌剤/媒体	添加菌量・殺菌条件	殺菌効果	文献
電解水 (EO) トマト	10(7.7)/個, 22℃ 蒸留水→20s 199ppm NaOCl (pH9.3)→20s 30ppm (EO水, pH2.6)→20s	10(2.1)/個減少 10(4.3)/個減少 10(7.6)/個減少	Bari [354]
電解水 (EO) Cl ₂ 水	10(8)/ml 4℃ (86.3ppm)→5 min 23℃ (82.3ppm)→5 min	10(1)/ml減少 10(1)/ml減少	Venkitanarayanan [355]
電解水 (EO) Cl ₂ 水	10(5)/ml, pH2, 1120-1030mV 5 mg/L→5 s	死滅	岩沢ら [356]
電解水 (EO) Cl ₂ 水	10(6~7)/ml, 室温, 1108mV, pH2.7 40ppm→O157/O111 →O26	1sで死滅 180sで死滅	上田ら [357]
電解水 (EO) マナ板	10(8)/100cm ² , 87ppmCl ₂ 23℃→10min 35℃→10min 45℃→5 min	10(5.1)/100cm ² 減少 10(8.0)/100cm ² 減少 10(5.7)/100cm ² 減少	Venkitanarayanan [209]
電解水 (EO) 種子/モヤシ	10(6)/g, 64min, pH2.6, 50ppm Cl ₂ アルファアルファ モヤシ	97%減少 99.9%減少	Sharma [358]
電解水 AcEW-ice レタス	10(7)/g, 20℃, 24hr 30ppmCl ₂ 70ppmCl ₂ 150ppmCl ₂ 240ppmCl ₂	10(1.3)/g減少 10(2.0)/g減少 10(2.2)/g減少 10(2.7)/g減少	Koseki [359]
AcEWCl レタス	10(5~6)/g 水200ml→2 min AcEW (16A-18V ; 40ppm Cl ₂)→2 min 200ppm Cl ₂ 液200ml→2 min	10(0.6~1.5)/g減少 10(0.8~3.2)/g減少 10(0.9~3.3)/g減少	Koseki [360]
電解水 (EO) トマト	10(5.5)/cm ² , 23℃ 水 洗→30s 80ppm Cl ₂ →30s	10(2.2)/cm ² 減少 10(4.4)/cm ² 減少	Deza [361]
電解水 (EO)	10(9.8)/cm ² , J.A.W-020, pH2.5, 10ppm Cl ₂ →30s ROX-20TA, pH2.6, 56ppm Cl ₂ →30s	10(9.8)/ml→10(1.0)/ml 10(9.8)/ml→不検出/ml	Kim [362]
過酸化水素 (レタス)	10(7.7)/g, 50℃ 2 %H ₂ O ₂ →60s 2 %H ₂ O ₂ →90s	10(4.4~4.6)/g減少 10(4.3~4.6)/g減少	Lin [363]
アリルカラシ油 レタス	10(4)/g, 4℃, 4 μg/g Allyl-カラシ油→1日 Metyl-カラシ油→2日	10(4)/g減少 10(4)/g減少	Lin [364]
アリルカラシ油 牛肉	10(3)/g, N ₂ ガス包装 7/10倍液 1 ml/patty→4℃ →-18℃	3D=12日 3D=10日	Nadarajah [365]
アリルカラシ油 種子/寒天	10(7)/disk, 37℃, 10(2.7)/g 8 μg/jar, 寒天 加湿, アルファアルファ	7D=48hr 24hrで10(0.7)/g	Park [366]
アリルカラシ油 牛肉	10(3)/g, 4℃ ①1, 300ppmカラシ油 ①+乳酸菌10(6)/g	15日で不検出 10日で不検出	Muthukumarasamy [367]
アリルカラシ油 +加圧, BHI	10(3~5)/ml, 4℃ 40μg/ml+HP (250MPa)	5D=10min	Ogawa [368]
マスタード 牛肉パティ	10(3)/g, 4℃, 窒素ガス包装 5%→ 20%→ 10%→ 20%→	3D=12日 3D=3日 3D=21日 5.4D=21日	Nadarajah [369]
マスタード/酢酸 市販食酢液	10(6~7)ml, 5℃ 10%Coleman+0.5%酢酸 10%Baltimore+0.5%酢酸	6D=5日 6.8D=5日	Rhee [370]
ガンマ線 レタス	10(7)/g, 4℃ グリーンレタス レッドレタス	D=0.12 (kGy) D=0.12 (kGy)	Niemira [371]
ガンマ線 モヤシ	10(9)/g, 19℃ カイワレ アルファアルファ	D=0.34 (kGy) D=0.27 (kGy)	Rajkowski [372]
ガンマ線 牛肉	10(7.5)/g, 5℃ 好気包装 真空包装	D=0.37 (kGy) D=0.41 (kGy)	Lopez-Gonzalez [373]
ガンマ線 牛肉	10(8)/g, 20~-20℃ 照射20℃ 4℃ -20℃	D=0.25 (kGy) D=0.39 (kGy) D=0.98 (kGy)	Thayer [374]
ガンマ線 牛枝肉	10(3~6)/cm ² , 2℃ E-beam	4D=1 kGy	Arthur [375]
ガンマ線 食肉	10(5)/g, 5℃ 牛肉 (Fat 5.2%) 羊肉 (Fat 3.9%) 七面鳥 (Fat 1.4%)	D=0.30 (kGy) D=0.32 (kGy) D=0.30 (kGy)	Thayer [376]
ガンマ線 冷凍牛ミンチ	10(7)/g, 冷凍	D=0.35 (kGy)	Halkman [377]
ガンマ線 冷凍牛ミンチ	10(5)/g, -18℃ 1.0kGy 1.5kGy	10(4.0)/g減少 10(5.0)/g減少	Halkman [378]
ガンマ線 ハンバーグ	10(6)/ml塗抹, ハンバーグ表面, 5.6℃	D=0.17~0.27 (kGy)	Chirinos [379]
ガンマ線 鶏肉	10(8)/g, 0℃, 真空包装 増殖期菌液 静止期菌液	D=0.16 (kGy) D=0.28 (kGy)	Thayer [380]

(表3の続き)

殺菌剤/媒体	添加菌量・殺菌条件	殺菌効果	文献
ガンマ線	10(7~9)/g, 20°C/-18°C	増殖期菌液 D=0.136 (kGy)	Byun [349]
リン酸緩衝液		静止期菌液 D=0.141 (kGy)	
コバルト60	10(8)/ml, 20°C	0.1kGy 10(1.0)/ml減少, フェージ放出	Yamamoto [381]
リン酸緩衝液		0.3kGy 10(3.0)/ml減少, フェージ放出	
		1.0kGy 10(<1.0)/ml	
ガンマ線	10(8)/ml, 2°C	TSB+Dextrose培地株 D=0.22~0.31 (kGy)	Buchanan [382]
リンゴジュース		TSB-Dextrose培地株 D=0.12~0.21 (kGy)	
ガンマ線	10(7~8)/ml, 0°C	TSB (pH7.0) D=0.26 (kGy)	Wang [383]
リンゴサイダー		リンゴサイダー D=0.25~0.31 (kGy)	
ガンマ線	10(6~7)/g, 19°C	貝割れ大根モヤシ D=0.30~0.34 (kGy)	Rajkowski [384]
モヤシ		ブロッコリー種子 D=1.11~1.43 (kGy)	
種子		肉製品 D=0.30 (kGy)	
ガンマ線	10(5.2)/g, 21°C	カイワレ→0.5 (kGy) 10(1.68)/g減少	Bari [385]
モヤシ		大豆→0.5 (kGy) 10(2.48)/g減少	
ガンマ線	10(6)/g, 4°C	緩衝液 Nalidixic酸耐性株 D=0.10~0.099 (kGy)	Niemira [386]
緩衝液		Nalidixic酸感受性株 D=0.18~0.33 (kGy)	
モヤシ		レタス Nalidixic酸耐性株 D=0.10~0.12 (kGy)	
		Nalidixic酸感受性株 D=0.18~0.185 (kGy)	
ガンマ線+	10(4~5)/g, a_w 0.56	50°C-1 hr+1.0kGy 10(2.8)/g減少	Bari [313]
乾燥加熱		1.5kGy 10(4.4)/g減少 (発芽率93%)	
alfalfa種子		2.0kGy 10(5.7)/g減少	
ガンマ線	10(4)/g, 20°C, 水分12.4	O157:H7 D=0.55~0.60 (kGy)	Thayer [387]
種子		<i>Salmonella</i> D=0.97 (kGy)	
ガンマ線	10(7)/ml, pH4~5.5, 2°C	中性発育株 D=0.05~0.13 (kGy)	Buchanan [388]
BHI		酸性発育株 D=0.06~0.18 (kGy)	
ガンマ線	10(9)/g, Fat (13.9%)	冷蔵肉 (3~5°C) D=0.24 (kGy)	Clavero [389]
牛肉中		冷凍肉 (-15~-17°C) D=0.31 (kGy)	
	Fat (27.1%)	冷蔵肉 (3~5°C) D=0.25 (kGy)	
		冷凍肉 (-15~-17°C) D=0.31 (kGy)	
ガンマ線	10(NT)/g, 5°C	O157 D=0.30 (kGy)	Tauxe [390]
牛肉中		<i>Salmonella</i> D=0.70 (kGy)	
ガンマ線など	10(6)/ml, 4°C一夜保存後	ガンマ線 D=0.50 (kGy)	宮原ら [391]
牛肉中		E-ビーム D=0.48 (kGy)	
ガンマ線など	10(6)/g, 4°C	①200ppm Cl ₂ →1 min 10(1.0)/g減少	Foley [392]
Cilantro		①+ガンマ線→1.05kGy 10(7.0)/g減少	
超音波など	10(6)/g,	①超音波(44-48kHz)→3 min 10(1.0~2.0)/g減少	Rodgers [393]
リンゴサイダー	22~25°C	①+100ppm Cl ₂ +1 ppmCu 10(5.3)/g減少	
Ca(OH) ₂	10(3.7)/g, 1%,	①Ca(OH) ₂ 液→10min 10(3.7)/g減少	Beuchat [394]
種子 (alfalfa)	58°C, pH12	①+1% Tween80→10min 10(3.7)/g減少	
Ca(OCl) ₂	10(5)/g, 22°C	200ppm→30min 10(1.2~1.3)/g減少	Beuchat [395]
種子 (alfalfa)		20,000ppm→30min 10(2.0~5.4)/g減少	
Ca(OCl) ₂	10(4)/g, pH11.6	3.0%→10min 10(2.3~2.8)/g減少	Fett [396]
種子 (マメ)		3.0%→15min 10(2.3~2.7)/g減少	
Ca(OH) ₂ +超音波	10(3.3)/g, 55°C	1%+38~40kHz→2 min 10(2.6)/g減少	Scouten [397]
種子 (alfalfa)		1%+38~40kHz→5 min 10(3.3)/g減少	
氷酢酸ガス	10(3~4)/g, 22°C	121μl/L→12hr 10(3.6)/g生残	Delaquis [398]
種子 (Bean)		242μl/L→24hr 死滅/(25g中)	
超高压処理	10(8)/g, ml	鶏肉-30°C→15min 5D=681MPa	Patterson [399]
鶏肉/牛乳		50°C→15min 5D=371MPa	
		牛乳-30°C→15min 5D=841MPa	
		50°C→15min 5D=392MPa	
超高压処理	10(8)/g, 20°C	牛乳-600MPa→15min 10(4.5)/g減少	Patterson [400]
牛乳		鶏肉-600MPa→15min 10(3.0)/g減少	
		PBS-600MPa→15min 10(7.4)/g減少	
超高压処理	10(8.3)/ml, 25°C	200MPa-10min→3回 10(5.3)/ml減少	Vachon [401]
牛乳		200MPa-10min→5回 10(8.3)/ml減少	
超高压処理	10(8.2)/ml, 50°C	345MPa-5 min→1回 10(6.8~7.3)/ml減少	Alpas [402]
1%ペプトン水			
超高压処理	10(8.2)/ml, 50°C	207MPa→5 min 10(3.9)/ml減少	Alpas [403]
1%ペプトン水		276MPa→5 min 10(5.9)/ml減少	
		345MPa→5 min 10(8.2)/ml減少	
超高压処理	10(6.5~7.5)/ml	345MPa→35°C D=2.0min	Kalchayanand [404]
1%ペプトン水		345MPa→45°C D=0.7min	
超高压処理	10(7)/ml, 52°C	増殖期菌→200MPa 4D=2.0min	Bentio [405]
PBS (pH7.0)		静止期菌→500MPa 1.5D=30min	

(表3の続き)

殺菌剤/媒体	添加菌量・殺菌条件		殺菌効果	文献
超高压処理 アルファルファ	10(5)/g, 40°C	475MPa→2 min 475MPa→8 min	10(1.1)/g減少 10(2.0)/g減少	Ariefdjoan [406]
超高压処理 種子 ガーデンクレス	10(7)/g, 300MPa, 20°C-15min	<i>E. coli</i> 耐圧株 <i>E. coli</i> 普通株 <i>S. Typhimurium</i>	10(4.2)/g減少 10(6.0)/g減少 10(5.8)/g減少	Wuytack [407]
超高压処理 ジュース	10(8)/ml, 30°C, オレンジ (pH3.9~5.0)	550MPa	>6D=5min	Linton [408]
超高压処理 ジュース	10(5)/ml, 500MPa, 20°C, 5 min	リンゴ (pH3.5) トマト (pH4.1) オレンジ (pH3.8)	5D=5min 5D=5min 1D~2D=5min	Jordan [409]
超高压処理 ジュース	10(8)/ml, 15°C-615MPa	グレープ→2 min リンゴ→2 min オレンジ→2 min ニンジン→2 min	10(8.3)/ml減少 10(0.4)/ml減少 10(2.2)/ml減少 10(6.4)/ml減少	Teo [410]
超高压処理 トマトサルーサ	10(8)/g, pH3.9, 4°C-545MPa	0.5+1.0+1.5+2 min	7D減少	Raghubeer [411]
超高压処理 BHI	10(3~5)/ml, CR-3, 18~22°C	CE273株 500MPa Non-EHEC株 400MPa	3D=10min 3D=10min	Ogawa [368]
アンモニア燻蒸 種子	10(8~9)/g, 180~300mg/L, 20~22°C, 22hr	alfalfa mung	10(2~3)/g減少 10(5~6)/g減少	Himathongkham [412]
UV/紫外線 飲料水	10(6~7)/ml	CCUG29199株 12J/m ² CCUG29193株 300J/m ²	10(6.0)/ml減少 10(6.0)/ml減少	Sommer [413]
UV/紫外線 表面 (金属・肉)	10(6.2)/ml, ステンレス表面	250μW/cm ² →2 min →3 min 500μW/cm ² →2 min →3 min	10(1.5)/mlに減少 10(1.0)/mlに減少 10(0.9)/mlに減少 不検出	Kim [414]
	10(6.3)/cm ² , 鶏肉表面	500μW/cm ² →2 min →3 min	10(5.5)/cm ² に減少 10(4.5)/cm ² に減少	
UV/紫外線 リンゴサイダー	10(6)/ml, pH3.7, 12.2Brix	61005μW/cm ² 10288μW/cm ²	10(5.4)/ml減少 10(3.1)/ml減少	Wright [415]
UV/紫外線 リンゴサイダー	10(6~7)/ml	14mJ, 1.2~1.9s	10(6.6)/ml減少	Basaran [416]
UV/紫外線 果実ジュース	10(5~7)/ml, 20°C, 液層膜0.7mm	3 mW/cm ² , リンゴ オレンジ ミックス	D=0.03min D=0.11min D=0.19min	Oteiza [417]
UVマルチ照射 流量6.3L/min リンゴサイダー	10(6)/ml	①=8.8mJ/cm ² →2 s ②=①+17.6mJ/cm ² →4 s ③=②+26.3mJ/cm ² →6 s ④=③+35.1mJ/cm ² →8 s	10(1.0)/ml減少 10(3.0)/ml減少 10(4.0)/ml減少 10(6.0)/ml減少	Donahue [418]
UV 液状食品	10(8)/ml, 深さ1mm	リンゴジュース 5 mW/cm ² 液卵(白) 5 mW/cm ²	10(4.5)/ml減少 10(4.0)/ml減少	Ngadi [419]
UV/紫外線 寒天培地上	10(1~8)/ml, 1m照射	100mW/s/cm ² O157 <i>Salmonella</i>	5D=>8.4mW/cm ² 5D=>14.5mW/cm ²	Yaun [420]
UV/Ozone/PEF 鶏と体冷却水	10(7)/ml, 10°C, UV	1 mg/mlオゾン→30s 234mW/cm ² →1 min electric field 30kV/cm ² →200pulses	10(0.6)/ml減少 10(3.5)/ml減少 10(4.1)/ml減少	Ngadi [421]
パルス電磁波 リンゴサイダー	10(7.6)/ml, 42°C	電場80kV/cm ² →20回 →30回	10(7.6)→10(3.5)/mlに減少 10(7.6)→10(3.4)/mlに減少	Iu [422]
パルス電磁波 M9培地	10(7~8)/ml, 電場30kV/cm ²	4°C→2 hr 35°C→2 hr 40°C→2 hr	10(4.8)/ml減少 10(3.3)/ml減少 10(4.7)/ml減少	Evrendilek [423]
パルス電磁波 リンゴジュース	15~25°C, 29kV/cm	パルス1000pps→144μs 流速1.4ml/s→172μs	10(4.0)/ml減少 10(5.0)/ml減少	Evrendilek [424]
Nisin-EDTA (バクテリオシン)	10(7)/ml, pH6.5	50μg/mlナイシン→60min	10(6.9)/ml減少	Stevens [425]
ナイシン/シナモン リンゴジュース	10(4.2)/ml, 25ppmNisin+0.3%シナモン (5°C) 25ppmNisin+0.3%シナモン (20°C)		10(4.1)/ml減少に14日 10(4.1)/ml減少に3日	Yuste [426]
抗菌ペプチッド 1%ペプトン水	10(7)/ml, PR-26	37°C, 50μg/ml→12hr 24°C, 50μg/ml→12hr	10(7.0)/ml減少 (不検出) 10(3.5)/ml減少	Annamalai [427]
抗菌ペプチッド リンゴジュース	10(4.5)/ml, 25°C	6K8L-50μg/ml→8 hr 6K8L-100μg/ml→8 hr	2D 3.5D	Appendini [428]
ラクトフェリン 牛肉	100μg/g, ml, 4~10°C	1%ペプトン水→1日 牛肉→3日	10(2.0)/ml減少 10(0.8)/g減少	Venkitanarayanan [429]
ラクトフェリン PYGブイヨン	37°C	ラクトフェリン	MIC*8=0.4mg/ml MDC*9=0.8mg/ml	Branen [430]

(表3の続き)

殺菌剤/媒体	添加菌量・殺菌条件	殺菌効果	文献
カルバクロール リンゴジュース	10(4)/ml, pH3.2, 4℃ ①0.5mM carvacrol ②0.25mM cymene ③=①+②併用	4D=5日 4D=4日 4D=1日	Kisko [431]
植物油 ミューラーヒントン	10(5)/well Carvacrol Thymol	MIC=1.2nmol/L MIC=1.2nmol/L	Burt [432]
植物油 TSA寒天	10(6)/ml, 37℃ Thymus vulgaris (F) Satureja montana	MIC=0.3μl/ml MIC=0.3~0.8μl/ml	Rota [433]
植物油 LB寒天	OD ₆₂₀ =1.2~1.4, 37℃ Oregano origanum Cinnamon bark Eugenol	BA50*10=0.028~0.069μl/ml BA50=0.14~0.15μl/ml BA50=0.019~0.01μl/ml	Friedman [434]
リゾチーム +EDTA	10(7)/ml, 35℃ リゾチーム600μg/ml +EDTA1, 500μg/ml	48hr発育阻止	Boland [435]
リゾチーム +EDTA	10(4)/ml, TSB, 35℃ EDTA*4 DSPP*5 DSTPP*6 リゾチーム(400μg/ml)+EDTA(90μg/ml)	MIC=300μg/ml MIC=>10,000μg/ml MIC=>5,000μg/ml 24hr発育阻止	Boland [436]
薬草抽出液 牛肉赤身	10(5~6)/cm ² , 4℃, 真空包装 2.5%-Protecta 1 2.5%-Protecta 2 2.5%-乳酸	7日で10(1.3)/cm ² 減少 7日で10(2.4)/cm ² 減少 7日で10(2.0)/cm ² 減少	Cutter [437]
乳酸菌 牛肉	10(5)/g, 5℃ 混合乳酸菌10(9)/g→3日 (NP35, 7, 51, 3株)→5日	10(2.0)/g減少 10(3.0)/g減少	Smith [438]

*1) CPC; Cetylpyridinium chloride (塩化セチルピリジウム), *2) ASC; acidified sodium chloride (酸性化塩化ナトリウム), *3) PS; potassium sorbate (ソルビン酸カリウム), *4) EDTA; disodium ethylenediamine tetraacetic acid (エチレンジアミン二ナトリウム), *5) FA; fumaric acid (フマル酸), *6) DSPP; disodium pyrophosphate (ピロリン酸二ナトリウム), *7) PSTPP; pentasodium tripolyphosphate (トリポリリン酸六ナトリウム), *8) MIC; minimal inhibitory concentration (最小発育阻止濃度), *9) MBC; >99.9% decrease (1/1,000以下に減少効果の濃度), *10) BA50; 50% bactericidal action (50%死滅効果)

4) 感染予防と蔓延防止対策

本症が発生すると、単に健康危害にとどまらず精神的、社会的不安を起し、社会的損失や消費者の食の安全に対する信頼消失も大きい。国内の試算では中規模事例で8,000万円/事例(岩手県)、大規模事例で84億円/事例(堺市)、アメリカの場合37,500~137,500ドル/人の報告もある[443-447]。安全な食品の確保には、食品の生産、流通、加工、調理、消費までの一貫したHACCPシステムによる安全管理が最も重要となる[14, 448-453]。

感染症の発生予防対策は日常の健康管理、衛生的な生活、そのためのリスクコミュニケーションや啓発事業が重要となる。発生時の蔓延防止対策は(1)病原体対策、(2)感染経路対策、(3)宿主対策が柱となる[2]。この経路のいずれかを確実に遮断しリスク低減することが重要となる。発生時は感染者の早期把握と健康観察、有症の場合は早期治療による二次感染、蔓延防止対策が重要となる。

(1) 感染経路対策

本菌は経口感染を原因とするため食材の一次汚染、二次汚染、あるいはカーペットなど排泄物で汚染した生活用品に接触する経路を遮断することが重要となる。基本的には一次汚染、二次汚染の防止、手指の洗浄、器具の消毒、殺菌、食品の加熱殺菌の徹底、ハエなどによる伝播経路の遮断が不可欠となる[454, 455]。

(2) 宿主対策

免疫力が低く、腸内フローラの形成が不十分な5才以下の乳幼児や高齢者が易感染者となる。これらの集団は比較的症状を発し易く発見も早い。しかし、健康成人の場合は無症状で感染、保菌し感染源となる場合が多い。集団生活の場合は日常の健康管理、体力の保持、健康観察による下痢などの症状の早期発見が重要となる。感染した場合は集団例、家庭内事例とも感染者の早期把握、感染者の行動自粛、症状の程度により早期の治療、入院が必要となる[456]。症状が消失しても少なくとも48時間は就学、就業を回避することがポイントとなる[446, 447]。

(3) 種子の殺菌(塩素、放射線殺菌)

O157は乾燥等の厳しい環境に強く、放牧地と農地が輪作されて収穫される種子は微量に汚染され易い。それを原料としたモヤシ(発芽野菜)の製造工程で増菌し多くの集団発生の原因となってきた[105, 120-123, 457, 458]。種子の殺菌法は発芽率が低下しない、化学的薬剤、オゾン、塩素ガスなどの方法が開発・応用されている[312-319, 442, 457, 459]。FDAは塩素剤(Ca(ClO)₂, 20,000 mg/L)を用いた殺菌や、使用後の栽培水中のO157やSalmonellaの陰性確認などの安全性向上対策を指導している[89, 440, 441, 460-464]。種子の完全な殺菌と安全で衛生的なモヤシの生産についても、多くの指導マニュアルで対策が強化されている[463-465]。発芽野菜のリス

ク軽減と安全確保対策は、効率的な種子の殺菌処理、モニタリング等の衛生管理が最も重要となる[466-470]。近年、生活様式の変化により、カット野菜 (Ready-to-eat) 等の消費が拡大している。発芽野菜と並んでその製造、加工、流通における衛生管理が重要となる[468-474]。

(4) 媒介物への対策 (ハエ, 野鳥, など)

携帯動物である家畜やその飼育環境と人の生活環境を仲立ちする媒介動物、昆虫は、感染防止上重要となる。動物、牧場などの飼育環境と生活環が重なる鹿、野ウサギ、ハトやハエ、蛾などが報告されている[1, 118]。蛾、ハエは動物の糞便から牧場周辺のリンゴなどの果実を汚染させ、人への感染経路を成立させる。アメリカでのリンゴジュース、サイダーを原因とした集団発生は、下水や牧場周辺に生息するハエや蛾が、果実を汚染したり、落下したリンゴが原料に混入することに起因している[275, 475, 476]。モンテカルロ解析法によるこれらリンゴの汚染菌量は、落下リンゴで10(6~9)/1,000個、もぎ取りリンゴで、10(3~4)/1,000個との推計がある[477]。

鹿、野ウサギ、ハトは広範囲に水、環境を汚染し人への感染経路拡大の一因となる[118]。このような自然環境における媒介物への対策は困難である。衛生昆虫であるハエは、人と重なった生活環境下に生息しそのコントロールが重要となる。

(5) 易感染者対策

健康成人では有症感染例は少ないが、高齢者、乳幼児、病人など易感染者は、少ない菌量で感染が成立し、人から人への接触感染、二次感染が成立し易い。保育園などでの感染要因は、オムツの処理、トイレの処理、カーペットの汚染、砂場の汚染、飼育動物の保菌、簡易プールの汚染が原因で発生している[1, 2]。このようなハイリスクな集団では、第一感染者の早期発見が感染拡大防止の重要点であり、日常の健康管理、健康観察がポイントとなる。

ま と め

EHECは1982年、新興感染症として出現した。日本では1996年、堺市をはじめ全国で大流行をみた。その後の研究によりEHECの分布、生態、病原性さらには臨床、治療法などが明らかにされ発生防止対策が強化されてきた。著者は「腸管出血性大腸菌の生態とその制御」のテーマで一連の総説に取りまとめた。まず、「1:動物における分布と食品、各種環境下での消長」では、地域差は認められが世界で広く反芻獣を中心に浸潤し、排菌期間も長いこと、またEHECは土壌、水、乾燥や低酸性等の条件下でも長期間生残し、それが本症発生の重要因子

であることなどを明かにした[1]。「2:病原因子と感染メカニズム」ではEHECは多くの病原因子を蓄積しながら進化し続け、保有する病原因子プロファイルも多岐にわたること。また、感染必要菌量は10~100/人と少なく二次感染が起こり易いこと。HUS移行の感染株は毒素型stx2+stx2cが大部分であり、リスク評価には細分化した毒素型別の必要性を示した[2]。今回は農場から食卓までの一貫した「3:リスクアセスメントと微生物学的制御」として発生予防対策を取りまとめた。食品、食材に適した洗浄、殺菌の組合せによる汚染菌量の削減、リスク低減を図り、二次汚染の防止対策を徹底することにより感染は防止可能となる。EHECは発症必要菌量で比較すると一般の食中毒菌に比し約10,000倍ハイリスクであり、O157を完全に制御できれば、他の食中毒細菌は容易に制御可能となる。

文 献

- [1] 小川博美 (2003): 広島県保健環境センター研究報告, 11, 1-14.
- [2] 小川博美 (2004): 広島県保健環境センター研究報告, 12, 1-13.
- [3] FLIS (2001): Draft risk assessment of the public health impact of *E. coli* O157:H7 in grand beef. p.1-173.
- [4] Nauta, M. J. (2001): A modular process risk model structure for quantitative microbiological risk assessment and its application in an exposure assessment of *B. cereus* in a REPFED. RIVM Report, p.1-99.
- [5] Marks, H. M. et al. (1998): Risk Anal., 18(3), 309-328.
- [6] FAO/WHO (2002): Risk assessment of *Campylobacter* spp. In broiler chickens and *Vibrio* spp. in sea food. Report of a joint FAO/WHO export consultation, p.1-51.
- [7] Bach, S. J. et al. (2002): Can. J. Anim. Sci., 82(4), 475-490.
- [8] FAO/WHO (2005): Proposed draft principles and guidelines for the conduct of microbiological risk management. Codex-thirty-seventh session, Buenos Aires, Argentina, March 14-19, 2005.
- [9] USDA/FSIS (1996): Fed. Regist., 61(144), 38805-38989.
- [10] European Commission. (2004): From farm to fork-Safe food for europe's consumers. EC Directorate-General for Press and Communication Pub., p.1-22.
- [11] 植村 興 (1999): 獣医畜産新報, 52(8), 649-651.
- [12] 熊谷 進 (1999): 獣医畜産新報, 52(8), 653-665.
- [13] 農林水産省生産局畜産部衛生課監修 (2002): 家畜

- 衛生管理ガイドライン解説書. 鶏卵肉情報センター, p. 1-361.
- [14] 一色賢司 (2000) : 日食微誌, **17**(1), 31-35.
- [15] European Commission (2002): Risk assessment of food borne bacterial pathogens: quantitative methodology relevant for human exposure assessment. Preliminary Report, p.1-74.
- [16] FAO/WHO (2004): Hazard identification, hazard characterization and exposure assessment of *Campyrobacter* spp. In broiler chickens. joint FAO/WHO activities on risk assessment of microbiological hazards in foods. p.1-121.
- [17] Notermans, S. et al. (1996): Int. J. Food Microbiol., **30**(1-2), 175-185.
- [18] Serra, J. A. et al. (1999): Int. J. Food Microbiol., **46**(1), 9-26.
- [19] Foegeding, P. M. (1997): Int. J. Food Microbiol., **36**(2-3), 87-95.
- [20] International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) (2002): Microorganisms in foods 7: microbiological testing in food safety management. Kluwer Academic/Plenum Publ., New York.
- [21] Gorris, L. G. M. (2005): Food control, **16**(9), 801-809.
- [22] Gorris, L. G. M. (2002): The impact of risk analysis on food safety. Inaugural address european chair in food safety microbiology. Wageningen university and research, Wageningen, the Netherlands.
- [23] Schothorst, M. (2005): Food Control, **16**(9), 811-816.
- [24] Havelaar, A. H. et al. (2004): Int. J. Food Microbiol., **93**(1), 11-29.
- [25] Stringer, M. (2005): Food Control, **16**(9), 755-794.
- [26] Zwietering, M. (2005): Food Control, **16**(9), 917-823.
- [27] Cole, M. (2004): Mitt. Lebensm. Hyg., **95**(1), 13-20.
- [28] Gorris, L. G. M., (2004): Mitt. Lebensm. Hyg., **95**(1), 21-27.
- [29] Stewart, C. M. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(7), 1310-1325.
- [30] Stringer, M. (2004): Food Safety Objectives-Role in Microbiological Food Safety Management. ILSI Report, p. 1-36.
- [31] Hutchison, M. L. et al. (2004): Lett. Appl. Microbiol., **39**(2), 207-214.
- [32] Duffy, G. (2003): J. Appl. Microbiol., **94**(suppl), 94S-103S.
- [33] Berry, E. D. and Miller, D. N. (2005): J. Environ. Qual., **34**(2), 656-663.
- [34] Caprioli, A. et al. (2005): Vet. Res., **36**(3), 289-311.
- [35] Rasmussen, M. A. and Casey, T. A. (2001): Crit. Rev. Microbiol., **27**(2), 57-73.
- [35a] Hussein, H. et al. (2005): J Food Prot., **68**(10), 2214-2241.
- [36] Patriquin, D. G. (2000): Reducing risks from *E. coli* O157 on the organic farm. Canadian Organic Growers, Eco-Farm & garden-summer 2000. (www.cog.ca/efgsummer2000.htm)
- [37] Doyle, M. P. (FSIS) (2001): Keeping foodborne pathogens down on the farm. (<http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/animalprod/Presentations/KFPDF%20Aug%2001/>)
- [38] Food Safety and Inspection Service, USDA. (1996): Fed. Regist., **61**(144), 38805-38989.
- [39] 中澤宗生 (1999) : 獣医畜産新報, **52**(8), 659-663.
- [40] Jiang, X. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(10), 1771-1777.
- [41] Bicudo, J. R. and Goyal, S. M. (2003): Environ. Technol., **24**(1), 115-130.
- [42] McGee, P. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(1), 2651-2656.
- [43] LeJeune, J. T. et al. (2001): Appl. Environ. Microbiol., **67**(7), 3053-3057.
- [44] Potter, A. A. et al. (2004): Vaccine, **22**(3-4), 362-369.
- [45] Dean-Nystrom, E. A. et al. (2002): Infect. Immun., **70**(5), 2414-2418.
- [46] Judge, N. A et al. (2004): Infect Immun., **72**(1), 168-175.
- [47] Schamgerger, G. P. et al. (2004): Appl. Environ. Microbiol., **70**(10), 6053-6060.
- [48] Callaway, T. R. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(11), 2603-2607.
- [49] Elam, N. A. et al. (2003): J. Anim. Sci., **81**(11), 2686-2698.
- [50] Younts-Dahl, S. P. et al. (2005): J. Food Prot., **68**(1), 6-10.
- [51] Zhao, T. et al. (1998): J. Clin. Microbiol., **36**(3), 641-647.
- [52] Zhao, T. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(6), 924-930.
- [53] Stevens, M. P. et al. (2002): Microbiology, **148**(12), 3767-3778.
- [54] 神田 章ほか (2000) : 獣医畜産新報, **53**(5), 373-375.
- [55] 瀬尾元一郎ほか (1997) : 畜産の研究, **51**(7), 797-802.
- [56] O'Flynn, G. et al. (2004): Appl. Environ. Microbiol., **70**(6), 3417-3424.
- [57] Tanji, Y. et al. (2003): Appl. Microbiol. Biotechnol., **64**(2), 270-274.

- [58] Guan, T. Y. and Holley, R. A. (2003): J. Environ. Qual., **32**(2), 383-392.
- [59] Shere, J. A. et al. (2002): Appl. Environ. Microbiol., **68**(4), 1947-1954.
- [60] LeJeune, J. T. et al. (2001): J. Dairy Sci., **84**(8), 1856-1862.
- [61] McGee, P. et al. (2002): J. Appl. Microbiol., **93**(4), 706-713.
- [62] Callaway, T. R. et al. (2004): Anim. Health Res. Rev., **5**(1), 35-47.
- [63] Sargreat, M. et al. (2004): Prev. Vet. Med., **66**(1-4), 207-237.
- [64] Davis, M. A. et al. (2003): Vet. Microbiol., **95**(3), 199-210.
- [65] Herriott, D. E. et al. (1998): J. Food prot., **61**(7), 802-807.
- [66] Bell, C. (2002): Int. J. Food Microbiol., **78**(3), 197-216.
- [67] Subcommittee of the PHLS Advisory Committee on Gastrointestinal Infections (2000): Commun. Dis. Public Health, **3**(1), 14-24.
- [68] Callaway, T. R. et al. (2004): J. Anim. Sci., **82**(suppl), E93-E99.
- [69] 田村 豊 (2002) : 感染症, **32**(6), 18-23.
- [70] 田村 豊ほか (2002) : 日獣会雑誌, **55**(2), 125-129.
- [71] 荒川宜親 (1999) : 食品衛生研究, **49**(8), 49-60.
- [72] Witte, W. (1998): Science, **279**(5353), 996-997.
- [73] Synge, B. A. et al. (2003): Epidemiol. Infect., **130**(2), 301-312.
- [74] Schouten, J. M. et al. (2004): Prevent. Vet. Med., **64**(1), 49-61.
- [75] Smith, D. R. et al. (2005): Foodborne Patogens Dis., **2**(1), 50-60.
- [76] Lahti, E. et al. (2003): Appl. Environ. Microbiol., **69**(1), 554-561.
- [77] Exawa, A. et al. (2004): J. Vet. Med. Sci., **66**(7), 779-784.
- [78] Brown, M. R. W. and Barker, J. (1999): Trends Microbiol., **7**(1), 46-50.
- [79] Barker, J. et al. (1999): FEMS Microbiol. Lett., **173**(2), 291-295.
- [80] Brown, M. R. W. et al. (2002): Microbiology, **148**(1), 1-2.
- [81] Kenney, S. J. et al. (2005): Int. J. Food Microbiol., **101**(2), 227-236.
- [82] Anderson, G. L. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(9), 1543-1549.
- [83] Davis, J. G. and Kendall, P. (2000): Preventing *E. coli* from garden to plate. Food Safety, No. 9,369, p.1-4.
- [84] Hutchison, M. L. et al. (2004): Appl. Environ. Microbiol., **70**(9), 5111-5118.
- [85] Islam, M. et al. (2005): Food Microbiol., **22**(1), 63-70.
- [86] Avery, S. M. et al. (2004): Lett. Appl. Microbiol., **38**(5), 355-369.
- [87] Nauta, M. J. et al. (2001): Risk assessment of shiga-toxin producing *E. coli* O157 in streak tartare in the Netherlands. RIVM report 257851003, RIVM, Bilthoven. p.1-169.
- [88] Grusenmeyer, D. C. and Cramer, T. N. (1997): J. Dairy Sci., **80**(10), 2651-2654.
- [89] FDA/CFSAN (2001): Analysis and evaluation of preventive control measures for the control and reduction/elimination of microbiological hazards on fresh and fresh-cut produce. Report, Sep. 30, 2001.
- [90] Lynn, T. V. et al. (1998): J. Dairy Sci., **81**(4), 1102-1108.
- [91] Hancock, D. D. et al. (1997): J. Food Prot., **64**(4), 363-366.
- [92] Hancock, D. et al. (2001): Int. J. Food Microbiol., **66**(1-2), 71-78.
- [93] Hancock, D. D. et al. (1998): Ecology of *E. coli* in cattle and impact of management practices. In: Kaper, J. B. and O'Brien, A. D. (Eds), *E. coli* O157:H7 and other shiga toxin-producing *E. coli* strains. AMS, Washington, D.C. p.85-91.
- [94] Turner, J. et al. (2003): Preven. Vet. Med., **57**(4), 75-198.
- [95] Callaway, T. R. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(2), 194-199.
- [96] Ogden, I. D. et al. (2001): Int. J. Food Microbiol., **66**(1-2), 111-117.
- [97] Pell, A. N. (1997): J. Dairy Sci., **80**(10), 2673-2681.
- [98] Moreno-Lopez, J. (2002): Pol. J. Vet. Sci., **5**(2), 123-125.
- [99] Bach, S. J. et al. (2005): J. Appl. Microbiol., **98**(2), 464-475.
- [100] Hutchison, M. L. et al. (2005): J. Appl. Microbiol., **99**(2), 354-362.
- [101] Hutchison, M. L. et al. (2005): J. Appl. Microbiol., **99**(1), 58-65.
- [102] Hutchison, M. L. et al. (2005): Appl. Environ. Microbiol., **71**(2), 691-696.
- [103] Wachtel, M. R. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(1), 18-25.
- [104] Salmon, E. B. et al. (2002): Appl. Environ. Microbiol.,

- 68(1), 397-400.
- [105] 金子賢一 (1996) : 食衛誌, 40(6), 417-425.
- [106] Stine, S. W. et al. (2005): J. Food Prot., 68(5), 913-918.
- [107] Islam, M. et al. (2004): J. Food Prot., 67(7), 1365-1370.
- [108] Ingham, S. C. et al. (2004): Appl. Environ. Microbiol., 70(11), 6420-6427.
- [109] Natvig, E. E. et al. (2002): Appl. Environ. Microbiol., 68(6), 2737-2744.
- [110] Blumenthal, U. J. et al. (2000): Bull. World Health Org, 78(9), 1104-1116.
- [111] Gerba, C. P. and Smith, J. E. (2005): J. Environ. Qual., 34(1), 42-48.
- [112] Carr, R. M. et al. (2004): Water Sci. Technol., 50(2), 31-38.
- [113] A Bull. For the Australian Food Industry (2000): Food safety guidelines for the Australian fresh-cut produce industry and the international fresh-cut produce association's guidelines for fresh fruits and vegetables. Food Sci. Australia, p.1-7.
- [114] Alam, M. J. and Zurek, L. (2004): Appl. Environ. Microbiol., 70(12), 7578-7580.
- [115] Nielsen, E. M. et al. (2004): Appl. Environ. Microbiol., 70(11), 6944-6947.
- [116] Szalanski, A. L. et al. (2004): Med. Vet. Entomol., 18(3), 241-246.
- [117] Hussein, H. S. and Sakuma, T. (2005): J. Dairy Sci., 88(2), 450-465.
- [118] 福山正文ほか (2003) : 感染症誌, 77(1), 5-9.
- [119] Smith, K. E. et al. (2004): Pediatr. Infect. Dis., 23(12), 1098-1104.
- [120] Taormina, P. J. et al. (1999): Emerg. Infect. Dis., 5(5), 626-634
- [121] Ferguson, D. D. et al. (2005): Epidemiol. Infect., 33(3), 439-447.
- [122] Winthrop, K. L. et al. (2003): J. Food Prot., 66(1), 13-17.
- [123] Michino, H. et al. (1999): Am. J. Epidemiol. 150(8), 787-796.
- [124] Food Standards Agency (2001): New *E. coli* guidance issued. [<http://www.foodstandards.gov.uk/scotland/pressreleases/newecoliguide>]
- [125] Strachan, N. J. C. et al. (2002): Int. J. Food Microbiol., 75(1-2), 39-51.
- [126] Guyon, R. et al. (2001): J. Food Prot., 64(9), 1341-1345.
- [127] Duncan, S. H. et al. (2000): J. Appl. Microbiol. Symp. Suppl., 88(suppl.), 157S-165S.
- [128] Belongia, E. A. et al. (2003): J. Infect. Dis., 187(9), 1460-1468.
- [129] Reymond, D. et al. (1996): J. Clin. Microbiol., 34(9), 2053-2057.
- [130] Callaway, T. R. et al. (2002): J. Dairy Sci., 86(3), 852-860.
- [131] 中澤宗生, 鮫島俊哉 (2003) : 感染症学誌, 77(8), 635-636.
- [132] Russell, J. B. et al. (2000): Microbes and Infection, 2(1), 45-53.
- [133] Hovde, C. J. et al. (1999): Appl. Environ. Microbiol. 65(7), 3233-3235.
- [134] Russell, J. B. et al. (2000): J. Dairy Sci., 83(4), 863-873.
- [135] Baale, M. J. et al. (2004): Appl. Environ. Microbiol., 70(9), 5336-5342.
- [136] Fu, C. J. et al. (2003): J. Anim. Sci., 81(4), 1081-1087.
- [137] Brashears, M. M. et al. (2003): J. Food Prot., 66(5), 748-754.
- [138] Anderson, R. C. et al. (2001): Int. J. Food Microbiol., 71(2-3), 125-130.
- [139] LeJeune, J. T. et al. (2004): Appl. Environ. Microbiol., 70(1), 377-384.
- [140] Anderson, B. C. et al. (2000): J. Food Prot., 63(8), 1038-1042.
- [141] Vaux, A. et al. (2002): Appl. Environ. Microbiol., 68(2), 519-524.
- [142] Edrington, T. S. et al. (2003): J. Anim. Sci., 81(2), 553-560.
- [143] Small, A. et al. (2002): J. Food Prot., 65(6), 931-936.
- [144] Jordan, D. et al. (1999): Prevent. Vet. Med., 41(1), 37-54.
- [145] Byrne, C. M. et al. (2000): Lett. Appl. Microbiol., 30(2), 142-145.
- [146] Keen, J. E. and Elder, R. O. (2002): J. Am. Vet. Med. Assoc., 220(6), 756-763.
- [147] Nou, X. et al. (2003): J. Food Prot., 66(11), 2005-2009.
- [148] Betancourt, M. R. et al. (2004): J. Food Prot., 67(2), 295-302.
- [149] O'Brien, S. B. et al. (2005): J. Food Prot., 68(4), 660-665.
- [150] 加地祥文 (1997) : 公衆衛生研究, 46(2), 84-91.
- [151] 森田邦雄 (1997) : 日本獣医畜産新報, 50(3), 243-244.
- [152] Samadpour, M. et al. (2002): J. Food Prot., 65(8), 1322-1325.
- [153] Gannon, V. P. J. (1999): Control of *E. coli* O157:H7 at slaughter. In Stewart, C. S. and Flint, H. J. (ed): *E. coli* O157 in farm animals. p.169-193. CABI publ. UK.

- [154] 藤田雅弘 (1999) : 獣医畜産新報, **50**(8), 671-675.
- [155] Smulders, F. J. M. and Greer, G. G. (1998): Int. J. Food Microbiol., **44**(3), 149-169.
- [156] 品川邦汎 (1997) : 獣医畜産新報, **50**(3), 237-242.
- [157] Reinders, R. D. et al. (2002): Varidation in the numbers of shiga toxin-producing *E. coli* O157 in minced beef. RIVM report 149106009, RIVM, Bilthoven. p.1-197.
- [158] Barkoocy-Gallagher, G. A. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(11), 1978-1986.
- [159] Naugle, A. L. et al. (2005): J. Food Prot., **68**(3), 462-468.
- [160] Arthur, T. M. et al. (2002): Appl. Environ. Microbiol., **68**(10), 4847-4852.
- [161] Heuvelink, A. E. et al. (2001): Int. J. Food Microbiol., **66**(1-2), 13-20.
- [162] Bouvet, J. et al. (2002): Int. J. Food Microbiol., **77**(1-2), 91-97.
- [163] Dincer, A. H. and Baysal, T. (2004): Crit. Rev. Microbiol., **30**(3), 197-204.
- [164] Hussein, H. S. and Sakuma, T. (2005): J. Food Prot., **68**(1), 199-207.
- [165] Murphy, R. Y. and Seward, R. A. (2004): J. Food Prot., **68**(8), 1755-1759.
- [166] Flores, R. A. (2004): J. Food Prot., **67**(2), 246-251.
- [167] FSAI (2002): A surveillance study of *E. coli* O157:H7 and enterobacteriaceae in Irish retail minced beef and beef burgers. Final copy, p.1-9.
- [168] IFT (2002): Emerging microbiological food safety issues: Application of science to food safety management. Expert report, p.67-84.
- [169] Brooks, H. J. et al. (2001): Lett. Appl. Microbiol., **32**(2), 118-122.
- [170] Chinen, I. et al. (2001): J. Food Prot., **64**(9), 1346-1351.
- [171] Vernozy-Rozand, C. et al. (2002): Lett. Appl. Microbiol., **35**(1), 7-11.
- [172] Oldfield, E. C. (2001): Rev. Gastroenterol. Disord., **1**(4), 177-186.
- [173] European Commission (2002): Preliminary report: Risk assessment of food borne bacterial pathogens: Quantitative methodology relevant for human exposure assessment. p.1-81.
- [174] 厚生省生活衛生局 (1997) : と畜場法施行規則の一部を改正する省令の施行等について. 衛乳第25号 (平成9年1月28日)
- [175] USDA (1999): Generic HACCP model for raw, not ground meat and poultry product. HACCP-4. p.1-36.
- [176] USDA (1999): Generic HACCP model for thermally processed, commercially sterile meat and poultry products. p.1-45.
- [177] USDA (1999): Generic HACCP model for beef slaughter. HACCP-13. p.1-40.
- [178] USDA (1999): Generic HACCP model for raw, ground meat and poultry product. HACCP-3. p.1-43.
- [179] International Life Sciences Institute (2001): Approach to the control of enterohaemorrhagic *E. coli* (EHEC). report, p.1-36.
- [180] FDA/CFSSAN (2002): Guidance for indurstry exeptions from the warning label requirement for juice-recommendations for effectively achieving a 5-log pathogen reduction. p.1-4.
- [181] Scientific Committee on Food (2002): Risk profile on the microbiological contamination of fruits and vegetables eaten raw. SCF/CS/FMH/SURF/Final, 29 April 2002, European Commission. p.1-45.
- [182] 厚生労働省監修 (1996) : 食中毒予防のための家庭マニュアル. 日本食品衛生協会. p. 1-10.
- [183] Kennedy, J. et al. (2005): J. Food Prot., **68**(7), 1421-1430.
- [184] Redmond, E. C. and Griffith, C. J. (2003): J. Food Prot., **66**(1), 130-161.
- [185] FDA/USDA/CDC (1998): Guidance for industry: Guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables. p.1-27.
- [186] Steele, M. et al. (2005): J. Food Prot., **68**(7), 1388-1392.
- [187] Beuchat, L. R. (1998): Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw. a review. WHO/FSF/FOS Report, p.1-42.
- [188] 日本食肉生産技術開発センター (2003) : 食肉処理総合品質管理手引書 (管理編). p. 1-69.
- [189] Wachtel, M. R. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(7), 1176-1183.
- [190] Beuchat, L. R. and Ryu, J. H. (1997): Emerg. Infect. Dis., **3**(4), 459-465.
- [191] 厚生省生活衛生局 (1996) : 学校給食施設における衛生管理について. 衛食第219号 (平成8年8月16日)
- [192] 伊藤嘉典ほか (2000) : 防菌防黴, **28**(6), 357-363.
- [193] 農林水産省食品流通局 (1996) : 学校給食に係わる生食野菜の取り扱いについて. (平成8年8月16日)
- [194] 小沼博隆 (2000) : 日食微誌, **17**(1), 37-41.
- [195] 後藤判友ほか (2000) : 食品衛生研究, **50**(1), 67-74.
- [196] Barak, J. D. et al. (2002): Appl. Environ. Microbiol., **68**(10), 4758-4763.

- [197] Bari, M. L. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(11), 1706-1711.
- [198] Lang, M. M. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(4), 732-741.
- [199] Ibarra-Sanchez, L. S. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(7), 1353-1358.
- [200] Kwon, N. H. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(9), 1604-1610.
- [201] Kenney, S. J. et al. (2001): J. Food Prot., **64**(9), 1328-1333.
- [202] Lukasik, J. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(2), 188-193.
- [203] Takeuchi, K. and Frank, J. F. (2001): J. Food Prot., **64**(8), 1235-1239.
- [204] Wachtel, M. R. and Charkowski, A. O. (2002): J. Food Prot., **65**(3), 465-470.
- [205] Kenney, S. J. and Beuchat, L. R. (2002): Int. J. Food Microbiol., **74**(1-2), 47-55.
- [206] Wisniewsky, M. A. et al. (2000): J. Food Prot., **63**(6), 703-708.
- [207] Derrickson-Tharrington, E. D. et al. (2005): Int. J. Food Microbiol., **99**(1), 79-89.
- [208] Inatsu, Y. et al. (2005): J. Food Prot., **68**(5), 999-1004.
- [209] Venkitanarayanan, K. S. et al. (1999): J. Food Prot., **62**(8), 857-860.
- [210] Cutter, C. N. and Siragusa, G. R. (1994): J. Food Prot., **57**(2), 97-103.
- [211] Samelis, J. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(1), 33-40.
- [212] Dorsa, W. J. et al. (1998): J. Food Prot., **61**(9), 1109-1118.
- [213] Cutter, C. N. (1999): J. Food Prot., **62**(3), 280-283.
- [214] Berry, E. D. and Cutter, C. N. (2000): Appl. Environ. Microbiol., **66**(4), 1493-1498.
- [215] Stopforth, J. D. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(12), 2258-2266.
- [216] Hwang, C. and Beuchat, L. R. (1995): Int. J. Food Microbiol., **27**(1), 91-98.
- [217] Calicioglu, M. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(1), 26-32.
- [218] Dorsa, W. J. et al. (1998): J. Food Prot., **61**(12), 1615-1622.
- [219] Cutter, C. N. and Riverata-Betancourt, M. (2000): J. Food Prot., **63**(10), 1326-1332.
- [220] Stopforth, J. D. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(10), 2099-2106.
- [221] Sharma, M. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(10), 2107-2116.
- [222] Samelis, J. et al. (2001): J. Food Prot., **64**(7), 950-957.
- [223] Delazari, I. et al. (1998): J. Food Prot., **61**(10), 1265-1268.
- [224] Ransom, J. R. et al. (2003): Food Prot. Trends, **23**(1), 24-34.
- [225] Cutter, C. N. et al. (1997): J. Food Prot., **60**(6), 614-618.
- [226] Castillo, A. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(5), 775-779.
- [227] Castillo, A. et al. (1998): J. Food Prot., **61**(7), 823-828.
- [228] Castillo, A. et al. (1999): J. Food Prot., **62**(6), 580-584.
- [229] Castillo, A. et al. (2001): J. Food Prot., **64**(1), 58-62.
- [230] Castillo, A. et al. (1998): J. Food Prot., **61**(1), 19-25.
- [231] FSIS (2002): Guidance for minimizing the risk of *E. coli* O157:H7 and *Salmonella* in beef slaughter operation. p.1-32.
- [232] Phebus, R. K. et al. (1997): J. Food Prot., **60**(5), 476-484.
- [233] Berry, E. D. et al. (1998): J. Food Prot., **61**(9), 1103-1108.
- [234] Delazari, I. et al. (1998): J. Food Prot., **61**(5), 547-550.
- [235] Bosilievac, J. M. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(4), 646-650.
- [236] Bosilievac, J. M. et al. (2005): J. Food Prot., **68**(2), 265-272.
- [237] Berry, E. D. and Cutter, C. (2000): Appl. Environ. Microbiol., **66**(4), 1493-1498.
- [238] Castillo, A. et al. (1998): J. Food Prot., **61**(5), 623-625.
- [239] Bosilevac, J. M. et al. (2005): J. Food Prot., **68**(7), 1393-1398.
- [240] 清水 潮ほか編 (1999) : 食品危害微生物ハンドブック. サイエンスフォーラム, 東京, p. 204-252.
- [241] U. S. Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. (1999): Fed. Regist., **64**(3), 732-749.
- [242] Reed, C. A. (1995): Challenge study: *E. coli* O157:H7 in fermented sausage. U. S. Department of Agriculture, Food Safety and Inspection service, Washington, D. C. April 28, 1995 letter to plant Managers.
- [243] FDA (2000): Overarching principles: Kinetics and pathogens of concern for all technologies. p.1-35.
- [244] 中山智紀 (1997) : 食品衛生研究, **47**(6), 17-26.
- [245] 中山智紀 (1997) : 食品衛生研究, **47**(7), 7-14.
- [246] Sporing, S. (1999): *E. coli* O157:H7 risk assessment for production and cooking of blade tenderized beef steaks. Kansas State University. p.1-93.
- [247] FSIS (2002): Interpretation of the risk estimates for intact and non-intact beef cooked to temperatures < 140F. [<http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/00-022N/guidance.htm>]
- [248] Gale, P. (2005): J. Appl. Microbiol., **99**(2), 259-270.
- [249] Stringer, S. C. et al. (2000): J. Appl. Microbiol. Symp. Suppl., **88**(suppl.), 79S-89S.

- [250] Breidt, F. et al. (2005): *J. Food Prot.*, **68**(2), 305-310.
- [251] Rowe, M. T. and Kirk, R. B. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(12), 1745-1748.
- [252] Blackburn, C. W. et al. (1997): *Int. J. Food Microbiol.*, **38**(1), 31-44.
- [253] D'sa, E. M. et al. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(7), 894-899.
- [254] Faith, N. G. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(4), 383-389.
- [255] 春日文子ほか (2000) : 日本防黴学会誌, **28**(10), 643-648.
- [256] Semanchek, J. J. and Golden, D. A. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(4), 395-401.
- [257] Williams, N. C. and Ingham, S. C. (1997): *J. Food Prot.*, **60**(9), 1128-1131.
- [258] Geeraerd, A. H. et al. (2000): *Int. J. Food Microbiol.*, **59**(3), 185-209.
- [259] Teo, Y. et al. (1996): *J. Food Prot.*, **59**(10), 1023-1030.
- [260] Juneja, V. K. (1998): *J. Appl. Microbiol.*, **84**(4), 677-684.
- [261] Juneja, V. K. et al (1997): *J. Food Prot.*, **60**(10), 1163-1166.
- [262] Faith, N. G. et al. (1998): *Int. J. Food Microbiol.*, **41**(3), 213-221.
- [263] Williams, N. C. and Ingham, S. C. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(9), 1184-1186.
- [264] Hinkens, J. C. et al. (1996): *J. Food Prot.*, **59**(12), 1260-1266.
- [265] Ahmed, N. M. et al. (1995): *J. Food Science*, **60**(3), 606-610.
- [266] Line, J. E. et al. (1991): *J. Food Prot.*, **54**(10), 762-766.
- [267] Juneja, V. K. (2003): *Lett. Appl. Microbiol.*, **37**(4), 292-298.
- [268] Doyle, M. P. and Schoeni, J. L. (1984): *Appl. Environ. Microbiol.*, **48**(4), 855-856.
- [269] Smith, S. E. et al. (2001): *J. Food Sci.*, **66**(8), 1164-1168.
- [270] Zhao, T. et al. (2004): *J. Food Prot.*, **67**(8), 1760-1764.
- [271] Kotrola, J. S. et al. (1997): *J. Food Sci.*, **62**(4), 875-905.
- [272] Ellajosyula, K. R. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(2), 152-157.
- [273] Getty, K. J. K. et al. (1999): *J. Food Sci.*, **64**(6), 1100-1107.
- [274] Hoomstra, E. and Notermans, S. (2001): *Int. Food Microbiol.*, **66**(1-2), 21-29.
- [275] Clavero, M. R. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(3), 285-289.
- [276] Orta-Ramirez, A. O. et al. (1997): *J. Food Prot.*, **60**(5), 471-475.
- [277] Jackson, T. C. et al. (1996): *J. Food Prot.*, **59**(3), 230-237.
- [278] Rhee, M. S. et al. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(6), 1030-1034.
- [279] Byrne, C. M. et al. (2002): *Int. J. Food Microbiol.*, **79**(3), 183-192.
- [280] Byrne, C. M. et al. (2002): *Food Microbiol.*, **19**(2-3), 221-219.
- [281] Juneja, V. K. et al. (1997): *Int. J. Food Microbiol.*, **35**(3), 231-237.
- [282] Huang, L. and Juneja, V. K. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(4), 644-667.
- [283] Murphy, R. Y. et al. (2004): *J. Food Prot.*, **67**(7), 1394-1402.
- [284] Novak, J. S. and Yuan, J. T. C. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(3), 382-389.
- [285] Murphy, R. Y. et al. (2004): *J. Food Sci.*, **69**(4), 97-101.
- [286] Veeramuthu, G. J. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(2), 171-175.
- [287] Kotrola, J. S. and Conner, D. E. (1997): *J. Food Prot.*, **61**(8), 898-902.
- [288] Mazzotta, A. S. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(3), 315-320.
- [289] Splittstoesser, D. F. et al. (1996): *J. Food Prot.*, **59**(3), 226-229.
- [290] Folsom, J. P. and Frank, J. F. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(8), 1021-1025.
- [291] Ingham, S. C. and Uljas, H. E. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(4), 390-394.
- [292] Steenstrup, L. L. and Floros, J. D. (2002): *J. Food Sci.*, **67**(2), 793-796.
- [293] Dock, L. L. et al. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(8), 1026-1031.
- [294] Mak, P. P. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(11), 1679-1689.
- [295] Riordan, D. et al. (2000): *Appl. Environ. Microbiol.*, **66**(4), 1726-1729.
- [296] Poland, A. L. and Sheldon, B. W. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(4), 486-492.
- [297] Whiting, R. C. and Golden, M. H. (2002): *Int. J. Food Microbiol.*, **75**(1-2), 127-133.
- [298] Moce-Llivina, L. et al. (2003): *Appl. Environ. Microbiol.*, **69**(3), 1452-1456.
- [299] Beuchat, L. R. (1999): Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: a review. WHO Food Safety programme document. p.1-36.
- [300] Parish, M. E. et al. (2003): *Comp. Rev. in Food Sci. and Food Safety*, **2**(suppl.), 161-173.
- [301] 一色賢司, 松田敏生 (2001) : 食品の非加熱殺菌応用ハンドブック. サイエンスフォーラム, p. 1-264.

- [302] Zhao, T. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(10), 1607-1609.
- [303] Beuchat, L. R. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(8), 845-849.
- [304] Beuchat L. R. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(10), 1305-1311.
- [305] Delaquis, P. et al. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(3), 459-464.
- [306] Takeuchi, K. and Frank, J. F. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(2), 147-151.
- [307] Ryu, J. H. and Beuchat, L. R. (2005): *Appl. Environ. Microbiol.*, **71**(1), 247-254.
- [308] Yang, H. et al. (2003): *J. Food Sci.*, **68**(3), 1013-1017.
- [309] Wright, J. R. et al. (2000): *Dairy Food Environ. Sanit.*, **20**(2), 120-126.
- [309a] 名塚英一ら (2005) : *日食微誌*, **22**(3), 89-94.
- [310] Gonzalez, R. J. et al. (2004): *J. Food Prot.*, **67**(11), 2375-2380
- [311] Rice, E. W. et al. (1999): *Emerg. Infect. Dis.*, **5**(3), 461-463.
- [312] Lang, M. M. et al. (2000): *Int. J. Food Microbiol.*, **58**(1-2), 73-82.
- [313] Bari, M. L. et al. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(5), 767-774.
- [314] Bari, M. L. et al. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(2), 128-132.
- [315] Taormina, P. J. and Beuchat, L. R. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(8), 850-856.
- [316] Taormina, P. J. and Beuchat, L. R. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(4), 318-324.
- [317] Holliday, S. I. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(10), 1489-1495.
- [318] Beuchat, L. R. and Scouten, A. J. (2002): *J. Appl. Microbiol.*, **92**(3), 382-395.
- [319] Itoh, Y. et al. (1998): *Appl. Environ. Microbiol.*, **64**(4), 1532-1535.
- [320] Wang, H. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(12), 2071-2074.
- [321] Lim, K. and Mustapha, Z. (2004): *J. Food Prot.*, **67**(2), 310-315.
- [322] Han, Y. et al. (2004): *J. Food Prot.*, **67**(11), 2450-2455.
- [323] Du, J. et al. (2003): *Food Microbiol.*, **20**(5), 583-591.
- [324] Shin, J. H. et al. (2004): *J. Appl. Microbiol.*, **97**(5), 916-922.
- [325] Sy, K.V. et al. (2005): *J. Food Prot.*, **68**(6), 1176-1187.
- [326] Inatsu, Y. et al. (2005): *J. Food Prot.*, **68**(2), 251-255.
- [327] Fett, W. F. and Cooke, P. H. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(7), 1158-1165.
- [328] 菅野幸一 (1998) : *防菌防黴*, **26**(4), 187-197.
- [329] Entani, E. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(8), 953-959.
- [330] Oh, S. W. et al. (2005): *J. Food Prot.*, **68**(8), 1743-1747.
- [331] Sameles, J. et al. (2004): *J. Food Prot.*, **67**(4), 638-645.
- [332] Nogueira, M. L. et al. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(9), 1637-1641.
- [333] Uljas, H. E. et al. (2001): *Appl. Environ. Microbiol.*, **67**(1), 133-141.
- [334] 北元憲利ほか (2000) : *日本食品化学学会誌*, **7**(2), 86-92.
- [335] Comes, J. E. and Beelman, R. B. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(3), 476-483.
- [336] Kang, D. H. and Fung, D. Y. C. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(9), 975-979.
- [337] Venkitanarayanan, K. S. et al. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(1), 100-105.
- [338] Zook, C. D. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(6), 767-769.
- [339] Elliot, R. M. et al. (2004): *Int. J. Food Microbiol.*, **91**(1), 73-81.
- [340] Lee, S. Y. et al. (2004): *J. Food Prot.*, **67**(7), 1371-1376.
- [341] Han, Y. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(8), 1128-1133.
- [342] Yuste, J. et al. (2002): *J. Food Sci.*, **67**(8), 3087-3090.
- [343] Uljas, H. and Ingham, S. C. (1999): *Appl. Environ. Microbiol.*, **65**(5), 1924-1929.
- [344] Han, Y. et al. (2002): *J. Food Sci.*, **67**(3), 1188-1193.
- [345] Williams, R. C. et al. (2004): *J. Food Prot.*, **67**(11), 2381-2386.
- [346] Sharma, R. R. et al. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(3), 447-451.
- [347] Sharma, R. R. and Demirci, A. (2002): *J. Food Safety*, **22**(2), 107-119.
- [348] Achen, M. and Yousff, A. E. (2002): *J. Food Sci.*, **66**(9), 1380-1384.
- [349] Byun, M. W. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(6), 728-730.
- [350] Kim, J. G. and Yousef, A. E. (2000): *J. Food Sci.*, **65**(3), 521-528.
- [351] Unal, R. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(6), 777-782.
- [352] Park, C. M. et al. (2001): *J. Food Sci.*, **66**(9), 1368-1372.
- [353] Kim, C. et al. (2000): *Int. J. Food Microbiol.*, **61**(1-2), 199-207.
- [354] Bari, M. L. et al. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(4), 542-548.
- [355] Venkitanarayan, K. S. et al. (1999): *Appl. Environ. Microbiol.*, **65**(9), 4276-4279.
- [356] 岩沢篤郎ほか (1999) : *防菌防黴*, **27**(7), 449-462.
- [357] 上田成子ほか (1999) : *防菌防黴*, **27**(5), 301-307.
- [358] Sharma, R. R. and Demirci, A. (2003): *Int. J. Food Microbiol.*, **86**(3), 231-237.
- [359] Koseki, S. et al. (2004): *J. Food Prot.*, **67**(11), 2544-2549.
- [360] Koseki, S. et al. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(11), 2010-

- 2016.
- [361] Deza, M. A. et al. (2003): Lett. Appl. Microbiol., **37**(6), 482-487.
- [362] Kim, C. et al. (2000): J. Food Prot., **63**(1), 19-24.
- [363] Lin, C. M. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(8), 1215-1220.
- [364] Lin, C. M. et al. (2000): J. Food Prot., **63**(1), 25-30.
- [365] Nadarajah, D. et al. (2005): Int. J. Food Microbiol., **99**(3), 269-279.
- [366] Park, C. M. et al. (2000): Int. J. Food Microbiol., **56**(1), 13-20.
- [367] Muthukumarasamy, P. et al (2003): J. Food Prot., **66**(11), 2038-2044.
- [368] Ogawa, T. et al. (2000): J. Food Prot., **63**(7), 884-888.
- [369] Nadarajah, D. et al. (2005): Int. J. Food Microbiol., **99**(3), 257-267.
- [370] Rhee, M. S. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(10), 1632-1636.
- [371] Niemira, B. A. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(9), 1388-1393.
- [372] Rajkowski, K. T. and Thayer, D. W. (2000): J. Food Prot., **63**(7), 871-875.
- [373] Lopez-Gonzalez, V. et al. (1999): J. Food Prot., **62**(1), 10-15.
- [374] Thayer, D. W. and Boyd, G. (2001): J. Food Prot., **64**(10), 1624-1626.
- [375] Arthur, T. M. et al. (2005): J. Food Prot., **68**(4), 666-672.
- [376] Thayer, D. W. et al. (1995): J. Food Sci., **60**(1), 63-67.
- [377] Halkman, A. K. et al. (2000): Reducing of *E. coli* O157 serotype and cohabitant flora by irradiation in minced meat. Report of minimal inhibition concentration for detection of *E. coli* O157:H7 serotype in animal originated foods. p.705-708.
[www.taek.gov.tr/taek/tudnaem/yayinlar/yayinlar_pdf/application/application-62.pdf]
- [378] Halkman, H. B.G. (2004): Turk. J. Vet. Anim. Sci., **28**, 915-920.
- [379] Chirinos, R. R.O. et al. (2002): Brazilian J. Microbiol., **33**(1), 53-56.
- [380] Thayer, D. W. and Boyd, G. (1993): Appl. Environ. Microbiol., **59**(4), 1030-1034.
- [381] Yamamoto, T. et al. (2003): FEMS Microbiol. Lett., **222**(1), 115-121.
- [382] Buchanan, R. L. et al. (1998): Appl. Environ. Microbiol., **64**(11), 4533-4535.
- [383] Wang, H. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(8), 1574-1577.
- [384] Rajkowski, K. T. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(5), 760-766.
- [385] Bari, M. L. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(10), 2263-2268.
- [386] Niemira, B. A. (2005): J. Food Sci., **70**(2), M121-124.
- [387] Thayer, D. W. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(2), 175-181.
- [388] Buchanan, R. L. et al. (1999) J. Food Prot., **62**(3), 219-228.
- [389] Clavero, M. R. S. et al. (1994): Appl. Environ. Microbiol., **60**(6), 2069-2075.
- [390] Tauxe, R. V. (2001): Emerg. Infect. Dis., **7**(3), 516-521.
- [391] 宮原美知子ほか (2002) : 国立医薬品食品衛生研報告, **120**, 75-80.
- [392] Foley, D. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(10), 2092-2098.
- [393] Rodgers, S. L. and Ryser, E. T. (2004): J. Food Prot., **67**(4), 766-771.
- [394] Beuchat, L. R. and Scouten, A. J. (2002): J. Appl. Microbiol., **92**(3), 382-385.
- [395] Beuchat, L. R. et al. (2001): J. Food Prot., **64**(2), 152-158.
- [396] Fett, W. F. (2002): J. Food Prot., **65**(5), 848-852.
- [397] Scouten, A. J. and Beuchat, L. R. (2002): J. Appl. Microbiol., **92**(4), 668-674.
- [398] Delaquis, P. J. et al. (1999): J. Food Prot., **62**(8), 953-957.
- [399] Patterson, M. F. and Kilpatrick, D. J. (1998): J. Food Prot., **61**(4), 432-436.
- [400] Patterson, M. F. et al. (1995): J. Food Prot., **58**(5), 524-529.
- [401] Vachon, J. F. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(2), 345-352.
- [402] Alpas, H. et al. (1999): Appl. Environ. Microbiol., **65**(9), 4248-4251.
- [403] Alpas, H. et al. (2000): Int. J. Food Microbiol., **60**(1), 33-42.
- [404] Kalchayanand, N. et al. (1998): J. Food Prot., **61**(4), 425-431.
- [405] Bentio, A. et al. (1999): Appl. Environ. Microbiol., **65**(4), 1564-4569.
- [406] Ariefdjohan, M. W. et al. (2004): J. Food Sci., **69**(5), M117-M120.
- [407] Wuytack, E. Y. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(6), 918-923.
- [408] Linton, M. et al. (1999): J. Food Prot., **62**(3), 277-279.
- [409] Jordan, S. L. et al. (2001): J. Appl. Microbiol., **91**(3), 463-469.
- [410] Teo, A. Y. et al. (2001): J. Food Prot., **64**(8), 1122-

- 1127.
- [411] Raghubeer, E. V. et al. (2000): J. Food Prot., **63**(12), 1713-1718.
- [412] Himathongkham, S. et al. (2001): J. Food Prot., **64**(11), 1817-1819.
- [413] Sommer, R. et al. (2000): J. Food Prot., **63**(8), 1015-1020.
- [414] Kim, T. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(7), 1142-1145.
- [415] Wright, J. R. et al. (2000): J. Food Prot., **63**(3), 563-567.
- [416] Basaran, N. et al. (2004): Appl. Environ. Microbiol., **70**(10), 6061-6065.
- [417] Oteiza, J. M. et al. (2005): J. Food Prot., **68**(1), 49-58.
- [418] Donahue, D. W. et al. (2004): J. Food Proces. Pres., **28**(5), 368-387.
- [419] Ngadi, M. et al. (2003): J. Sci. Food Agric., **83**(15), 1551-1555.
- [420] Yaun, B. R. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(6), 1071-1073.
- [421] Ngadi, M. et al. (2004): Int. J. Poultry Sci., **3**(11), 733-737.
- [422] Iu, J. et al. (2001): J. Food Prot., **64**(7), 964-969.
- [423] Evrendilek, G. A. and Zhang, Q. H. (2003): J. Food Prot., **66**(5), 755-759.
- [424] Evrendilek, G. A. et al. (1999): J. Food Prot., **62**(7), 793-796.
- [425] Stevens, K. A. et al. (1991): Appl. Environ. Microbiol., **57**(12), 3613-3615.
- [426] Yuste, J. and Fung, D. Y. C. (2004): J. Food Prot., **67**(2), 371-377.
- [427] Annamalai, T. et al. (2001): J. Food Prot., **64**(12), 1929-1934.
- [428] Appendini, P. and Hotchkiss, J. H. (1999): J. Appl. Microbiol., **87**(5), 750-756.
- [429] Venkitanarayanan, K. S. et al. (1999): J. Food Prot., **62**(7), 747-750.
- [430] Branen, J. and Davidson, P. M. (2000): Lett. Appl. Microbiol., **30**(3), 233-237.
- [431] Kisko, G. and Roller, S. (2005): MBC Microbiol., **5**(1), 36-45.
- [432] Burt, S. A. et al. (2005): J. Food Prot., **68**(5), 919-926.
- [433] Rota, C. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(6), 1252-1256.
- [434] Friedman, M. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(10), 1545-1560.
- [435] Boland, J. S. et al. (2004): J. Food Prot., **67**(2), 286-294.
- [436] Boland, J. S. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(10), 1783-1789.
- [437] Cutter, C. (2000): J. Food Prot., **63**(5), 601-607.
- [438] Smith, L. et al. (2005): J. Food Prot., **68**(8), 1587-1592.
- [439] Pao, S. and Davis, C. L. (2001): Dairy Food Environ. Sanit., **21**(4), 287.
- [440] FDA/CFSAN (1999): Guidance for industry: Reducing microbial food safety hazards for sprouted seeds.
- [441] U. S. Food and Drug Administration (1999): Fed. Regist., **64**(144), 57893-57902.
- [442] National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (1999): Int. J. Food Microbiol., **52**(3), 123-153.
- [443] Abe, K. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(1), 66-72.
- [444] 清水 潮 (2002) : 日食微誌, **19**(3), 87-94.
- [445] 安部和男ほか (2000) : 宮城県保健環境センター年報, **18**, 34-38.
- [446] Buzby, J. C. and Roberts, T. (1997): World Health Stat. Q., **50**, 57-66.
- [447] Elbasha, E. H. et al. (2000): Emerg. Infect. Dis., **6**(3), 293-296.
- [448] 森田邦雄 (2000) : 日食微誌, **17**(2), 71-73.
- [449] 植村 興 (2001) : 山口獣医学雑誌, **28**, 1-10.
- [450] 岡本嘉六 (1999) : 日獣会誌, **52**(8), 485-492.
- [451] 小久保彌太郎, 茶園 明 (2000) : 日獣会誌, **53**(3), 121-129.
- [452] Food Safety and Inspection Service (1998): Risk assessment of *E. coli* O157:H7 in ground beef. 1-1~A-13.
- [453] Reilly, A. (1998): Bull. World Health Org., **76**(3), 245-255.
- [454] Mattick, K. et al. (2003): Int. Food Microbiol., **85**(3), 213-226.
- [455] Hillers, V. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(10), 1893-1899.
- [456] 感染症の診断・治療研究会編 (1999) : 感染症の診断・治療ガイドライン. 医学書院, p. 80-83.
- [457] Montville, R. and Schaffner, D. W. (2004): J. Food Prot., **67**(4), 758-765.
- [458] Breuer, T. et al. (2001): Emerg. Infect. Dis., **7**(6), 977-982.
- [459] 動物衛生研究所 (2001) : 農林水産物における病原性大腸菌等の汚染防除に関する研究報告書. p. 1-45.
- [460] National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (1999): Food Control, **10**(2), 117-143.
- [461] Roever, C. D. (1998): Food Control, **9**(6), 321-347.
- [462] Sylvanus, T. and Powell, D. A. (2000): Risk associated with the consumption of fresh sprouts. Food Safety

- Network Technical Report #6, p.1-18.
- [463] 農林水産省農産園芸局 (1996) : かいわれ大根生産衛生管理マニュアル. (平成8年10月14日)
- [464] 農林水産省野菜・茶業試験場 (1997) : かいわれ大根種子の消毒法について. (平成9年6月11日).
- [465] Thomas, J. L. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(7), 1253-1259.
- [466] Powell, D. A. et al. (2002): J. Food Prot., **65**(6), 918-923.
- [467] Montville, R. and Schaffner, D. (2005): Appl. Environ. Microbiol., **71**(2), 746-753.
- [468] 長谷川美典 (2002) : カット野菜実務ハンドブック. サイエンスフォーラム, p. 1-342.
- [469] 船渡川圭次ほか (1999) : 食品衛生研究, **49**(8), 71-78.
- [470] 一色賢司 (2003) : 防菌防黴, **31**(1), 13-18.
- [471] Takeuchi, K. et al. (2001): J. Food Prot., **64**(11), 1820-1823.
- [472] Takeuchi, K. and Frank, J. F. (2000): J. Food Prot., **63**(4), 434-440.
- [473] Harris, L. J. et al. (2003): Comp. Rev. in Food Science and Food Safety, **2**(Suppl.), 78-141.
- [474] Seo, K. H. and Frank, J. F. (1999): J. Food Prot., **62**(1), 3-9.
- [475] Sara, H. et al. (1999): Ann. Intern. Med., **130**(3), 202-209.
- [476] Hilborn, E. D. et al (2000): Epidemiol. Infect. **124**(1), 31-36.
- [477] Duffy, S. and Schaffner, D. W. (2002): Int. J. Food Microbiol., **78**(1-2), 245-255.