

総説

腸管出血性大腸菌の生態とその制御 — 動物における分布と食品・各種環境下での消長 —

小川 博美

The Ecology and Control of Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* Prevalence and Survival of Enterohaemorrhagic *E. coli* in Animals, Foods and Various Environmental Conditions

HIROMI OGAWA

(Received Oct. 1, 2003)

はじめに

1977年カナダのKonowalchukらが初めてベロ毒素(VT)産生大腸菌の存在を明かにした[1]。ついで1982年Rileyらはハンバーガーを原因とするO157:H7による初めての集団事例を報告し、その後カナダ、アメリカ各地で大流行が始まった[2-3]。

日本では1979年、浅井らによりその存在が報告され、1990年浦和市S幼稚園で初めて集団発生例をみた[4, 5]。そして1996年、堺市をはじめ多くの集団発生により日本列島を震撼させた[6-7]。

この間、EHECについての分布、疫学、臨床と治療、予防対策、病原因子、感染・保菌・除菌、給食施設の衛生対策、発生・進化、遺伝子構造の解析等多くの研究成果により、不明な部分が明らかにされてきた。しかし、私たちはこの感染症を完全に克服、制御できたのであろうか。現況におけるEHECの発生状況からみると、学校給食など大規模事例は、衛生対策の強化により激減したが、小規模発生は減少をみていない。改めて感染症対策の困難性と健康危機管理の重要性が示唆される[8]。

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)までの一貫した病原微生物の制御を柱としたリスク管理が重要となっている[9-12]。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、病原細菌の各種環境での出現率や消長などの生態把握が必須となる[10]。そこで、文献調査による知見を加え、生態学的視点からみた腸管出血性大腸菌(EHEC)の発生、分布、消長等について集約した。

1) EHECの出現

大腸菌は本来、哺乳動物、鳥類の腸管に正常細菌叢として存在する。これらがヒトに病原性を示すことが明か

にされ始めたのは1940年代で、小児下痢症の原因菌として注目された。その後、血清型別や動物、細胞、遺伝子レベルでの病原因子検索法の確立により病原性大腸菌はその作用機序により多くのカテゴリー(virotypes)に分類されている[13-15]。1970年代、新興感染症として突如出現したEHECは、どのような過程で発生し、動物や環境中に分布、定着したのであろうか。多くの文献から見ると、大腸菌は数100万年前、祖先となる細菌が分化し、サルモネラ、赤痢菌、大腸菌に分岐し、その非病原性大腸菌の中から、病原性大腸菌が出現したと考えられている[16-18]。

EHECの産生するベロ毒素(VT)は、赤痢菌(*Shigella dysenteriae* 1)の産生する志賀毒素(stx)と免疫化学的に高い類似性がある。また、両者の毒素産生遺伝子も高い相同性を示すことから、赤痢菌の毒素産生遺伝子がファージにより切り出され、大腸菌に水平伝播しEHECが誕生したと考えられている。具体的に血清型O157:H7は、その祖先であるEPEC O55:H7(基本的病原因子LEE保有)に、VT産生ファージが感染、誕生したことが明かにされている[19-22]。現在、世界的流行の血清型O157:H7は、1970年代中央アメリカで赤痢の大流行があり、その時VT毒素産生遺伝子がファージにより大腸菌に介達されたとの見解がある[23]。このことから他のカテゴリーの病原因子を複数保有する病原性大腸菌や、大腸菌以外にも*Enterobacter*属や*Citrobacter*属によるHUSの発生が報告されている[24-25]。また、EHECは現在でも多剤耐性獲得やLEE(-)のEHEC群(O113, O91など)の出現など多様な進化を続けている[26-33]。

2) EHECの分布

(1) 動物、ヒト、食品、環境、ハエなど

現在、EHECの血清型(O:H型)は200を越え、最も多

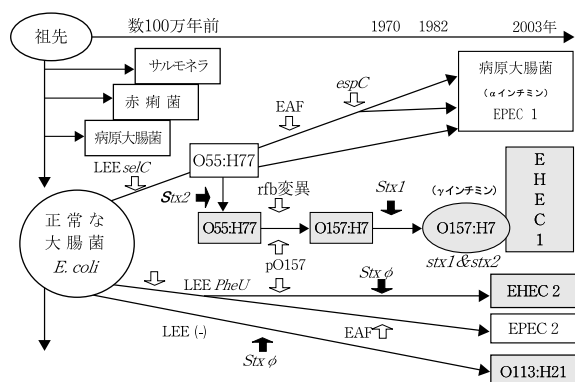


図1 腸管出血性大腸菌の誕生と進化・分化(過去/現在)

[注] LEE (腸管細胞接着遺伝子群), EAF/pO157 (プラスミド), Stx1 φ /stx2 φ (ファージ)
 ●:毒素産生ファージの感染, □:遺伝子, プラスミドの挿入, 病原大腸菌はEHEC (STEC) 以外にEPEC, ETEC, EIEC, EaggEC, DAECなどに分化。文献[16-22]から改編

く分離されるO血清型はO157, O111, O26である。O157以外にもヒトの感染事例から80を超える血清型(O:H型)が報告されている[34, 35]。EHECの生息場所は、哺乳動物、鳥類の腸管内であり、特に牛、綿羊、ヤギ、鹿などの反芻獣(4胃)が携帯・保菌動物となり人への一次的感染源となる[34, 36-39]。ついで、携帯動物と生活環境が重なるヒト、衛生動物(ハエ)、野鳥、野生動物(鹿、野ウサギなど)が保菌動物となる[40-45]。携帯動物が一旦感染すると、その集団に水平感染、伝播が起こり牧場などが広く汚染される[46, 47]。汚染した牧場は、家畜間の接触、飼料、飲水などを介して広く浸潤する[48-52]。

農業、畜産業界では、肥育増進や疾病予防の目的で各種の抗生剤が広く利用されている[53-62]。これらの抗生剤は、VT産生能を有する溶原化したファージを活性化させることが知られている。放出された感染性ファージは腸管内で正常な大腸菌に10(-3)~10(-5)の頻度で感染、伝達し新たなEHECが誕生する[60, 63-65]。このように使用される抗生剤の種類や量によって多剤耐性菌の出現や溶原化したファージの放出が促進される[53-62]。動物、環境での出現率は、夏季(6~9月)は冬季(10~5月)に比較して2.5倍以上増加し、秋にピークとなる[45, 52, 66]。近年、家畜やその飼育環境、家畜し尿浄化槽で30~60%のstx遺伝子が検出され、汚染範囲、分布菌量とも1990年前後と比較し高い分布が報告されている[36, 37, 67-70]。

表1に各種動物の保菌率を示した[41, 43, 48, 71-117]。(本論文では人に出血性腸炎起病性を示すVT産生菌をEHECと記述し、単にVT産生大腸菌はVTECまたはSTECと記述した。)

動物(牛)中のO157の分布は0.6~3.6%と諸外国に比べ低いが、PCR法でのSTEC分布は27.1~73%と高い値を示す。外国ではノルウェーが際立って低い以外、ヨー

ロッパ、北アメリカ、オーストラリアなど高い分布を示している。O157は培養法で1.2~60.4%、PCR、IMG法で3.6~13.1%であるが、STECでは培養法で2.2~35.9%、PCR、IMG法で16~70%と高く、羊・山羊では45~75%の報告もみられる。今日では各種動物に常在化しており、給餌法や抗生物質、生物学製剤、ワクチン、ファージなどの除染が試みられているが、完全な除染法は見出されていない[118-124]。

ヒトへの感染を防ぐには、「農場から食卓」までの各段階における微生物制御によるリスク軽減が最も重要となる[9-12, 125-128]。また、本菌の感染経路は食物連鎖による食品→人以外に、人→人、動物→人、環境→人など多様な感染経路もあり、各分野での衛生対策と啓発が重要となる。

人の保菌率の報告は少ないが、その生活環境により保菌率は異なる。動物との接触頻度の多い牧場作業やその家族、食肉取扱者は高く、一般健康人は低い。表2にヒトの保菌率を取りまとめた[129-142]。

健康人のO157保菌率は0.0015~0.34%、STECで0.021~0.66%と低い。しかし、食肉取扱者や牧場家族ではSTECで0.81~6.27%と高い保菌率を示し、抗体価では抗O157で5.0~12.5%、抗VTで12.5~45.0%の高い値が認められている。

ハエなどの衛生昆虫は古くから、感染症や食中毒原因菌の重要な伝播者(Vector)として知られている[143]。感染研の報告等によるとハエはO157についても重要な媒介・伝達者であることが明かにされている[144-146]。調査によると、全国217地区の15地点(6.9%)のハエがO157を保有している。また、一度保菌したハエは少なくとも3~4日以上排菌し続けることが明かにされている[147]。表3にハエの保菌状況を示した[44, 48, 78, 148-152]。

ハエ(個体)のO157保菌状況は0.5~6.0%であり、食肉処理場や牧場周辺で採取されたハエに高い傾向が認められる。ハエの行動範囲は3km/日前後と比較的広く、食中毒菌や感染症菌の媒介者(Vector)として重視しなくてはならない。

(2) 各種動物中でのO157の排菌期間

牛等の携帯動物は、離乳期にEHECの暴露を受けると、容易に感染(下痢)発症するが、成牛は無症状で携帯・保菌動物となる[153-155]。家畜では消化管や血管中にベロ毒素のレセプター(Gb3)が存在せずベロ毒素に対する感受性が低く、無症状の携帯動物として人、環境への汚染源となる[156-160]。

動物の腸管内や飼育環境下での消長は、宿主の年齢、飼料、飼育環境の衛生度合、暴露菌量、共存する微生物、消化管内の揮発性脂肪酸(VFA)濃度、pHなどに影響さ

表1 各種動物におけるEHECの分布

動物 (国・地域)	検査法	分 布 率	文 献
牛/豚 (全国)	培養法 O157 O157	牛 豚 0.6% (32/5,200) 0.0% (0/1,031)	農林水産省 [71]
牛 (全国)	培養法	O157 1.4% (58/4,185)	品川 [72]
豚 (全国)	培養法	O157 14.0% (31/221)	Nakazawa [73]
牛 (青森県)	培養法	O157 2.2% (7/316) Non-O157 4.9% (12/243)	桜庭ら [74]
鹿 (公園飼育)	培養法	Non-O157 10.5% (21/200)	福山ら [43]
乳牛 (北海道ほか)	培養法	STEC 27.1% (68/251)	古畑ら [75]
牛 飼育牛 と畜牛	前培養	STEC (gene) 65.2% (133/204) PCR 40.8% (125/306)	Shinagawa [76]
牛 (宮崎県)	PCR	STEC 78.9% (45/57)	Misawa [77]
牛 (高知県)	PCR/ 培養法	STEC 29.1% (287/986) O157 3.6% (35/986)	安岡ら [78]
牛 (全 国)	PCR	STEC 子 牛 46.0% (40/87) STEC 肉 牛 65.9% (58/88) STEC 乳 牛 68.9% (126/183)	Kobayashi [79]
牛 (オーストラリア)	培養法 PCR	STEC (gene) 4.3% (72/1,692) STEC (菌分離) 2.2% (37/1,692)	Hornitzky [80]
牛 (オーストラリア)	培養法 PCR	STEC 16.7% (98/588)	Cobbold [81]
牛 (アメリカ)	培養法	O157 5.1% (56/1,091)	Besser [82]
牛 (アメリカ)	培養法	O157 22.7% (719/3,162)	Smith [83]
牛 (カナダ)	モデル	STEC 27.3% (2,270/8,316)	Valcour [84]
牛 (アメリカ)	培養法 IMS	O157 口 腔 内 74.8% (104/139) 体 糞 毛 便 93.5% (130/139) 60.4% (84/139)	Keen [85]
と畜牛 (イギリス) と畜羊	PCR/ 培養法	O157 0.4% (20/4,800) O157 1.4% (100/7,200)	Chapman [86]
牛 (フランス)	PCR 培養法	STEC (gene) 18.1% (154/851) STEC (菌株) 7.9% (67/851)	Rogerie [87]
牛 (フィンランド) 子牛	培養法/ IMS	O157 1.3% (19/1,448) 16.0% (110/688)	Lahti [88, 89]
牛 (アメリカ)	培養法	O157:H7 2.2% (105/4,768) 1.5% (105/7,113)	Hancock [90]
と畜牛 (アメリカ)	培養法	O157 27.8% (91/327)	Elder [91]
牛 (フランス)	PCR	STEC (gene) 80.3% (330/411) STEC (菌分離) 34.4% (162/471)	Pradel [92]
牛 (イギリス)	培養 IMS	O157 7.5% (44/589) 菌量>10(2)/g 2.9% (17/589)	Omisakin [93]
肉牛 (カナダ)	培養法	STEC 4.0% (40/1,000) O157 0.4% (4/1,000)	Schurman [94]
肉牛 (ベルギー) 肉牛 (ポーランド)	培養 IMS	O157 6.3% (81/1,281) O157 0.7% (4/551)	Tutenel [95]
乳牛/羊/山羊 (ドイツ)	培養法 PCR	STEC 乳 牛 18.0% (131/726) 山 羊 32.1% (9/28) 75.3% (70/93)	Zschock [96]
乳牛 (アメリカ)	培養法	O157 個 体 1.2% (52/4,362) 牧 場 単 位 24.2% (22/91)	Garber [97]
牛/羊 (イギリス)	培養法	O157 牛 羊 4.7% (185/3,939) 1.7% (71/4,171)	Paiba [98]
羊/小羊 (オーストラリア)	培養法 PCR	STEC 子 羊 45.1% (65/144) 36.1% (26/72)	Fegan [99]
牛 (ブラジル)	PCR	STEC (gene) 71.1% (140/197)	Cerqueira [100]
成牛/子牛/羊 (オランダ)	培養法 IMS	O157 成 牛 10.6% (57/540) 子 牛 9.6% (75/784) 羊 4.0% (4/101)	Heuvelink [101, 102]
牛 (アルゼンチン)	培養法 PCR	STEC 35.9% (78/217)	Sanz [103]
乳牛/子牛 (スペイン)	培養法	STEC 乳 牛 35.1% (94/268) 子 牛 38.9% (35/90)	Blanco [104]
豚 (フランス)	PCR	VTEC 豚 豚 30.8% (56/182) 12.7% (152/1,200) 15.3% (328/2,146)	Bouvet [105] Bouvet [106] Bouvet [107]
豚 (アメリカ)	培養法 IMS	O157 11.8% (36/305)	Feder [108]
牛 (イタリア)	培養法 PCR	O157 (stx+) 13.1% (59/450) O157 (stx-) 5.1% (23/450)	Bonardi [109]
牛 (イタリア)	IMS	O157 10.7% (138/1,293)	Conedera [110]
牛 (デンマーク)	IMS	O157 全 年 齢 3.6% (87/2,419) 2~6月 齢 8.6% (38/443) 成 牛 2.4% (23/957)	Nielsen [111]
牛 (アメリカ)	培養法	成 牧 場 牛 水 1.9% (40/2,058) 1.5% (3/199)	Sargeant [112]
牛 (ブラジル)	培養法	STEC 子 若 牛 (雌) 牛 43.4% (53/122) 乳 牛 56.9% (33/58) 52.4% (33/63)	Moreira [113]
牛 (中国)	培養法 PCR	O157 牛 1.7% (3/176)	Zhou [114]
牛/豚/綿羊 (ノールウェ)	IMS	O157 牛 豚 0.2% (3/1,541) 0.1% (2/1,976) 綿 羊 0.0% (0/665)	Wasteson [115]
野生ハト (イタリア)	培養法 PCR	STEC s t x D N A 6.5% (42/649) 菌 分 離 4.6% (30/649)	Morabito [116]
飼料・家畜など (アメリカ)	培養法	O157 飼 料 牛 3.6% (38/1,046) 乳 牛 2.3% (25/1,097) 馬 犬 1.1% (1/90) 3.1% (2/65) 野 鳥 0.5% (1/200)	Hancock [48]
野鹿 (アメリカ)	培養法	O157 0.3% (4/1,608)	Renter [41]
野鹿 (アメリカ)	培養法 PCR	O157 2.4% (5/212)	Sargeant [117]

PCR; Polymerase chain reaction (遺伝子増幅反応), IMS; Immuno magnetic separation (免疫磁気ビーズ)

表2 健康人からのEHEC (抗体) 分離率

人 (地域)	検査法	EHEC (抗体)	分離率 (保有率)	文 献
健康人 (山形県)	PCR	Non-O157	0.267% (2/750)	須藤ら [129]
食品調理者 (石川県)	PCR	Non-O157	0.261% (2/765)	木村ら [130]
健康成人 (埼玉県)	PCR	O157:H7	0.021% (1/4,667)	倉園ら [131]
		Non-O157	0.021% (1/4,667)	
給食従事 (秋田県)	PCR	O157:H7	0.002% (2/88,000)	八柳ら [132]
		Non-O157	0.010% (9/88,000)	
健常者 (石川県)	Beutin 培地	O157:H7	0.002% (1/66,758)	渡辺ら [133]
		Non-O157	0.011% (7/66,758)	
食品調理者 (福岡市)	PCR	O157:H7	0.029% (9/30,517)	渡辺ら [133]
		Non-O157	0.056% (17/30,517)	
健康成人 (東京都)	培養法	O157:H7	0.053% (3/5,635)	竹田ら [134]
検査センター (ベルギー)	PCR	O157:H7	0.341% (59/17,296)	Pierad [135]
		Non-157	0.659% (114/17,296)	
食肉取扱者 (スイス)	培養法 PCR	Non-O157	0.809% (14/1,730)	Stephan [136] Stephan [137]
		STEC (gene)	3.506% (196/5,590)	
健康成人 (USA)	培養法	O157:H7	0.078% (2/2,552)	Harris [138]
健康な牧場家族 (カナダ)	PCR	Non-O157	6.269% (21/335)	Wilson [139]
		抗VT1抗体	44.776% (150/335)	
健康小児 (1~15才) (フランス)	PCR 培養法	STEC (gene)	2.888% (19/658)	Pradel [92]
		菌分離	1.216% (8/658)	
サーベイランス (アメリカ)	培養法	O157:H7	0.197% (16/8,137)	Fischer [140]
牧場従業者 (イギリス)	PCR	VTEC	4.533% (17/375)	Chalmers [141]
		抗O157抗体	5.011% (23/459)	
健康家族 (牧場/都市) (カナダ)	ELISA	抗O157, 都市家族	4.688% (12/256)	Reymond [142]
		牧場家族	12.500% (27/216)	
		VT抗体, 都市家族	7.813% (20/256)	
		牧場家族	41.666% (90/216)	

IMS; Immunomagnetic separation methods (免疫磁気ビーズ法)

ELISA; Enzyme-linked immunosorbent assay (酵素標識免疫測定法)

Non-O157; O157以外のSTEC

表3 衛生昆虫等のEHEC, O157の保有状況

衛生昆虫	検査法		保菌率	文 献
ハエ (佐賀県)	培養法/PCR	O157:H7	6.0% (5/84)	Moriya [148]
ハエ (福井県)	培養法	STEC	4.0% (25/627)	石畠ら [149]
ハエ (全国15県)	培養法/IMS	STEC 個体	0.5% (26/5,128)	安居院ら [150]
		調査地域	53.3% (8/15)	
ハエ (北海道)	ELISA	O157	1.6% (5/310)	Iwasa [151]
ハエ (と畜場)	IMS/PCR	O157	6.0% (3/50)	飯田ら [152]
ハエ (食肉C)	培養/PCR	STEC	4.9% (9/182)	安岡ら [78]
ハエ (牧場)	培養法	O157	3.3% (2/60)	Hancock [48]
ラット (牧場)	培養/IMS	O157	10.0% (4/40)	Cizek [44]

IMS; 免疫磁気ビーズ法, ELISA; Enzyme-linked immunosorbent assay (酵素標識免疫測定法)

れる[37, 77, 161-174]. 表4に各種動物の排菌期間を示した[170, 175-215]. 動物の排菌期間は, 投与菌量, 動物の年齢 (月齢), 投与菌血清型, 飼養管理 (給餌内容) により異なるが幼若動物では長期間排出する. 子牛で14日~20週, 成牛では14日~3ヶ月であり, 羊, 豚も同様の期間排菌する. また, 肉牛O26で47ヶ月, ニワトリO157で11ヶ月と長い報告もみられる.

(3) 食品中の消長

食品中の発育, 消長についてMcClure, 伊藤, Mauleらの総説がある[216-218]. O157の発育温度域は8~46.0℃, 発育pH域は4.4~9.0, 発育塩分濃度域は0.0~6.5%, 発育可能水分活性域 (a_w) は0.95以上である[125, 219-220]. 消長に影響を及ぼす因子は, 菌側因子としては,

*rpoS*など耐酸, 耐熱などの耐ストレス因子保有の有無, また, 菌の発育過程が成長期か静止期 (Lag phase/Stationary phase) により異なる[221-223]. あるいは熱や酸, 凍結などの損傷の有無による差も認められている. 環境因子としては, pH, 水分活性 (a_w), 有機物濃度, 酸濃度, 塩分濃度等の物理的環境や温度等に左右される. また, その環境に混在する乳酸菌, シュウドモナス等の拮抗する細菌フローラの影響も大きい[163, 172, 224-228]. 表5に各種食品中での消長を取りまとめた[229-312].

EHECは耐酸性が強いことからマヨネーズ中で10(-5)/g減少に7℃で35日, 22℃で17日, 5℃で93日生残するとの報告もある. ヨーグルト中では4℃, 5~7日で10(-3~-5)/g減少, アップルサイダーでは4℃, 10(-

表4 各種動物におけるO157の排菌期間

動物	投与菌量, 条件	消 長	文 献
成牛	自然保菌	2~3月排菌, 最長12月排菌	Rahn [170]
成牛 (holstein)	10(9)/gルーメン	38日以上排菌	Grauke [175]
成牛 (Steer)	10(10)投与	67日以上排菌	Buchko [176]
肉牛	自然保菌, O26:H11	47月後も10~50%保菌	Geue [177]
成牛	10(10)投与	eae(+) 60日以上排菌	Cornick [178]
	0157	eae(-) 15日排菌	
成牛 (12月齢)	10(10)投与	成 牛 2~14週間排菌	Cray [179]
子牛 (3~14週)		子 牛 2~20週間排菌	
成牛	50×10(8)	2 回 投 与 44日排菌	Wray [180]
子牛 (13~30日齢)	50×10(8)	1 回 投 与 20~58日排菌	
子牛 (8~12週齢)	10(10)菌量投与	26日以上排菌	Harmon [181,182]
子牛 (8週齢)	10(9)/投与	31~45日排菌	Akiba [183]
子牛 (8~12週齢)	10(10)投与	15~23日以上排菌	Tkalcic [184]
子牛 (1日齢)	5×10(8),	1 回目投与 30日 (20~43日) 排菌	Sanderson [185]
		2 回目投与 3~8日排菌	
子牛 (3~4月齢)	10(10)投与,	完 全 餌 21日後10(1~6)/g排菌	Cray [186]
		ダイエット 21日後10(1~3)/g排菌	
子牛 (2月齢)	10(9)投与	50日まで排菌	秋庭ら [187]
子牛 (5月齢)	10(9)投与,	濃厚飼料 32~35日排菌	中澤ら [188]
		乾燥牧草 1~7日排菌	
子牛 (9~12月齢)	10(10)投与	穀類給餌 79日排菌	Magnuson [189]
		ダイエット 29日排菌	
子牛 (6週齢)	10(10)投与	19~27日排菌	Brown [190]
子牛 (6週齢)	10(10)投与	25~27日排菌 (50~200CFU/g)	Zhao [191]
子牛 (Calf)	汚染飲水での給与	87日以上排菌	LeJeune [51]
子牛 (6~8週齢)	10(11)投与,	rpoS(-) 9日で排菌停止	Price [192]
		rpoS(+) 16日以上排菌	
子牛 (3月齢)	10(10)投与	4~31週以上排菌	Ohoya [193]
子牛 (79~168kg)	給水 1 L	43日後でも10(2-6)排菌	Shere [194]
子牛 (<1週齢)	10(8)投与	O157:H7 7日後増菌(+) ~10(2.3)/g	Zhao [195]
		O111:NM 7日後10(2.1)~10(6.0)/g	
		O26:H11 7日後10(3.0)~10(4.9)/g	
子牛 (8~10週齢)	10(10)投与	O157:H7 28~32日後10(<1.0)~10(2.4)/g	Tkalcic [196]
		O111:NM 12~32日後10(<1.0)~10(2.4)/g	
		O26:H11 22~32日後10(1.3)~10(2.5)/g	
豚 (swine)	10(10)投与	2ヶ月以上排菌	Booher [197]
子豚 (3週齢)	10(10)投与 (O139 stx2e)	2週間後, 10(2)/g排菌	Cornick [198]
羊 (5~12月齢)	10(10),	O157:H7 60日以上排菌	Cornick [199]
		O157:H45 15日で排菌	
羊 (12月齢)	10(10)投与	40日以上排菌	Kudva [200]
ヒツジ (6~12月齢)	10(10)投与	eae(+) 60日排菌	Cornick [178]
		eae(-) 15日排菌	
羊	自然感染 (O2:Hnt)	4ヶ月後再分離	Asakura [201]
子羊 (14日齢)	10(5~9)投与	47日排菌, Diet給餌で排菌停止	Kudva [202]
羊 (3才)	10(9)投与	O157:H7(VT-) 14週以後10(4)/g排菌	Kim [203]
		自然保菌 13週間連続排菌 (10(3)/g)	
子羊 (35kg)	10(11)投与,	ダイエット 9日後10(1.3)/g排菌	Edrington [204]
		Ionophores添加 9日後10(2.3~4.3)/g排菌	
子羊 (6週齢)	10(9)投与	19~20日以上10(3~6)/g排菌	Cookson [205]
子羊 (6月齢)	10(9)投与	15日後, 盲腸・結腸部で10(<1)/g	Wales [206]
ニワトリ (1日齢)	10(5)投与	10~11月排菌	Schoeni [207]
若鳥 (1日齢)	10(8)投与	14日後10(5.5)/g排菌	Stavric [208]
若鳥 (1日齢)	10(5)投与	stx(-)株 92日以上排菌	Beat [209]
家バト	10(5)投与	14.8日±1.7日排菌	Cizek [210]
	10(9)投与	20.2日±5.2日排菌	
鹿	10(11)胃内投与	34日以上排菌 (増菌)	Grauke [175]
鹿	10(8)投与	24日後でも10(0.5~1)/g排菌	Fischer [211]
マウス (3週齢)	10(6)投与	高 栄 養 6日後10(<2)/g排菌	Kurioka [212]
		低 栄 養 8日後10(4)/g排菌	
マウス (6週齢)	10(10)投与	11日後で10(6)/g排菌	Lindgren [213]
マウス	10(9)投与	15日後で10(6)/g排菌	Uhlich [214]
マウス (5週齢)	10(9)投与	4週後10(2.5)/g排菌	Nagano [215]
	10(10)投与	4週後10(3.2)/g排菌	
	10(11)投与	4週後10(3.0)/g排菌	
ラット	10(5)投与	2±1.7日排菌	Cizek [210]
	10(9)投与	9.8±1.3日排菌	

注: 菌量10(10)=10log10=10¹⁰ eae(+); 腸管細胞接着蛋白 (インチミン) 産生遺伝子

5)/ml減少に21日を要し長く生残する。肉、肉製品中でも4~5℃では僅かに減少するが、8℃を超えると増加に転ずる。果物、生野菜、サラダ中では、4℃以下の保存では減少するが、8℃以上では増加する。モヤシの発

芽工程 (21~25℃) では24hrで10(+2~+3)/g増加する。このように食品の保存、流通において温度管理が最も重要となる。

表5 各種食品中でO157の消長

食 品	接種菌量, 条件	消 長	文 献	
生牛乳	10(4)/ml	7℃	140hr後変化なし	Heuvelink [229]
		15℃	50hrで10(+2)/ml増加	
生牛乳	10(<2)/ml,	8℃	9日で10(3)/mlに増加	Massa [230]
殺菌牛乳	10(3)/ml,	22℃	4日で10(9)/mlに増加 14日で消滅 (pH3)	Wang [231]
殺菌牛乳	10(3)/ml	8℃	4日に変化なし	Palumbo [232]
		12℃	6日で10(5)/mlに増加	
スキンミルク (10%)	10(5)/ml, 12℃, NaCl 0%,	pH3.8	7日で10(-4)/ml減少	Guraya [233]
		pH5.4	7日で10(+4)/ml増加	
ヨーグルト	10(5~7)/g,	4℃	7日で10(2.7-3.5)/gに減少	Massa [234]
ヨーグルト (Plain)	10(7)/g, 10℃,	pH4.2	5日で10(-6)/g減少	Hudson [235]
		pH4.5	15日で10(-6)/g減少	
ヨーグルト (Plain)	10(4)/g, pH4.0,	4℃	312hrで10(-4)減少	Bachrouri [236]
		8℃	168hrで10(-4)減少	
		17℃	28hrで10(-4)減少	
牛乳ヨーグルト	10(6)/g,	4℃	7日で10(<1)/gに減少	Govaris [237]
pH4.3, Fat 3.8%	12℃	5日で10(<1)/gに減少		
羊乳ヨーグルト	10(6)/g	4℃	8日で10(<1)/gに減少	
pH4.3, Fat 7.2%,	12℃	6日で10(<1)/gに減少		
ヨーグルト	10(3)/g添加,	pH4.0	12日生残	Dineen [238]
サワークリーム	10(4)/g添加	pH4.3	28日生残	
バターミルク	10(3)g,	pH4.1	35日後10(2)/g以上生残	McIngvale [239]
バターミルク	10(4~5)/g, 5℃	発酵前	22日生存 (D値2.5日)	
	pH4.4	発酵後	32日生存 (D値5.6日)	
ゴーダチーズ	10(3)/g,	4℃	10(-2)/g減少に65日 158日で陰性(増菌)	Reitsma [240]
スライスチーズ	10(3.9)/g,	30℃	96hrで10(1.6)/g生残	Glass [241]
チーズ	10(5.1)/g, 4℃	フェタ	36~44日で陰性	Govaris [242]
		テレムズ	30~40日で陰性	
ソフトチーズ	10(4.0~4.5)/g,	フェタ	75日後10(5.5~6.5)/gに増加	Ramsaran [243]
2℃,	カメンベルツ	75日後10(5.3~5.5)/gに増加		
ソフトチーズ	5/g, pH4.5	4℃	28日後も生存 (5/g)	Leuschner [244]
ミナスチーズ	10(6)/g, pH6.8,	8.5℃	2日後10(+2), 2週間無変化	Saad [245]
バターミルク	10(5)/ml,	5℃	D値(1/10)減少に2.5日	McIngvale [239]
		12℃	D値(1/10)減少に2.2日	
牛肉	10(4)/cm ² ,	10℃	5日で10(+3)増加	Nissen [246]
牛肉	10(3~4)/g,	12℃	200hrで10(8)/gに増加	Walls [247]
		20℃	25hrで10(8)/gに増加	
牛肉 (ガス包装)	10(5.5)/g, 1% 乳酸	4℃	7日で10(-2)/g減少	Uyttendaele [248]
牛肉 (γ線照射)	10(4)/g,	8℃	4日で10(+1)/g増加	Palumbo [232]
		12℃	4日で10(+4)/g増加	
牛肉 (+乳酸菌)	10(3)/g, 12℃	嫌気	10日間無変化	Vold [227]
		好気	4日後10(8)/gに増加	
牛枝肉	10(2~3)/cm ² ,	4℃	14日以上無変化	Berry [249]
		12℃	7日で10(+3)/cm ² 増加	
牛肉	10(4)/g,	4℃	14日間, 微増	Barkocy-Gallagher [250]
		7℃	14日間, 10(0.9~1.5)/g増加	
牛肉	10(3.3)/g,	10℃	96hrで10(6.6)/gに増加	Hooper-Kinder [251]
		22℃	12hrで10(6.8)/gに増加	
牛肉	10(5.9)/cm ²	無処理	35日で10(5.3)/cm ² に減少	Cutter [252]
		2%酢酸処理	35日で10(1.4)/cm ² に減少	
		10%Na ₃ PO ₄	35日で10(0.1)/cm ² に減少	
牛肉 (真空包装)	10(4~5)/cm ² ,	真空包装	28日後10(-0.7)/cm ² 減少	Mustapha [253]
		4℃	2%Lactic acid	
牛肉パティ	10(6)/g,	-2℃	4週間後, 10(-2)/g減少	Ansary [254]
		-20℃	12ヶ月後, 10(-1)/g減少	
ポロニアソーセージ (真空包装)	10(7)/g接種,	3.6℃	68日生残	Chikthimamah [255]
		13℃	55日生残	

食 品	接種菌量, 条件	消 長	文 献
牛乾燥肉 (Jerky)	10(7)/g, 8 hr処理	60°C 8 hrで10(-5)/g減少 8週間後不検出	Harrison [256]
牛乾燥肉 (Jerky)	10(8)/g, Fat 4 %/Fat 20%	52°C D=2.59hr/3.26hr 57°C D=2.48hr/2.44hr 63°C D=1.23hr/1.27hr, -5D= 8 hr 68°C D=1.17hr/1.29hr, -5D= 4 hr	Fait [257]
乾燥肉	10(6.5)/cm ² ,	5°C 60日後10(-0.4)/cm ² 微減	Calicioglu [258]
ビーフパウダー	10(5.9)/g, \bar{a}_w 0.34,	5°C 8週間で10(3.4)/gに減少	Ryu [259]
チキンパウダー	4.2/g, \bar{a}_w 0.35, pH6.4	5°C 19週間変化なし 21°C 12週間生残 (増菌)	Deng [260]
サラミソーセージ	10(4)/g, 5°C, pH5.0,	耐酸性株 100時間で1/10に減少 非耐性株 100時間で1/100に減少	Leyer [261]
サラミソーセージ (スライス)	10(4.5)/g, 20°C	heat chock株 8日で消滅 Unheat株 32日生残 (増菌)	Clavero [262]
サラミソーセージ	10(7)/g, pH4.8,	4°C 90日でも生残 (増菌) 21°C 90日で10(-4)/g減少	Faith [263]
発酵ソーセージ	10(4)/g, pH4.4	耐酸性株 16時間で10(-1)/g減少 非耐性株 16時間で10(-2.3)/g減少	Leyer [261]
発酵 (生) ソーセージ	10(5)/g	35日で10(-3)/g減少 78日で陰性/25g	Hoomstra [264]
サラミソーセージ	100/g, \bar{a}_w 0.9, pH4.6~4.8	5°C 32日生残	Clavero [262]
真空包装ハム	10(7)/g,	3.6°C 65日で10(-6)/g減少 13°C 55日で10(-6)/g減少	Chikthimmaah [255]
ドライソーセージ	10(4.7)/g, pH4.0,	4°C 8週間で10(2.7)/gに減少	Glass [265]
セミドライソーセージ	10(7.6)/g pH4~4.9	15°C 21日後10(6)/gに減少 25°C 21日後10(1.2)/gに減少	Calicioglu [266]
ドライハム	10(6.3)/cm ² , pH5, \bar{a}_w 0.92, NaCl 8%	20°C 69日後10(5.5)/cm ² に減少 120日後10(5.5)/cm ² に減少	Reynolds [267]
燻製ドライハム (スライス真空包装)	10(5)/g, NaCl 7.5~8.6%,	2°C 28日後10(3.3~4.6)/g生残 25°C 28日後10(1.5~4.3)/g生残	Ng [268]
スクランブル卵焼	10(3.5)/g,	18°C 6hrで10(3.1)/gに微減 22°C 6hrで10(4.2)/gに増加 37°C 6hrで10(7)/gに増加	Yang [269]
アップルスライス	10(6~7)/g,	4°C 28日で10(-1)/g 25°C 28日で変化なし	Janes [270]
オレンジジュース	10(8)/ml, 3°C,	pH3.4 3~13日で-5D(10(-5))減少 pH3.9 8~25日で-5D(10(-5))減少	Linton [271]
リンゴジュース	10(6.2)/ml, pH3.7	4°C 48hrで10(-3.2)/ml減少 25°C 48hrで10(-5.0)/ml減少	Reinders [272]
濃縮冷凍ジュース	10(3~4)/ml, リンゴ (pH3.7) -23°C バナナ (pH5.5) オレンジ (pH3.7) グレープ (pH3.6)	12週間後10(-0.8)/ml減少 12週間後10(-0.9)/ml減少 12週間後10(-0.8)/ml減少 12週間後10(-2.5)/ml減少	Oyarzabal [273]
アップルサイダー	10(2)/ml, pH3.5,	耐酸性株 140時間で10(-4)/ml減少 非耐酸性株 25時間で10(-4)/ml減少	Leyer [261]
アップルサイダー	10(4.8)/ml, pH4.0,	4°C 65日で10(-1.3)/ml減少 20~25°C 12日で10(-3.8)/ml減少	Dingman [274]
アップルサイダー	10(5)/ml, pH3.6~4.0,	8°C 15~20日生残 25°C 1~3日生残	Zhao [275]
アップルサイダー	10(6.4)/ml, 20°C, pH3.6,	発酵 3日で10(1)/mlに減少 非発酵 10日で10(3)/mlに減少	Semanckek [276]
アップルサイダー	10(7.2)/ml, pH3.4,	4°C 21日で10(2.1)/mlに減少 10°C 21日で10(2)/mlに減少	Roering [277]
アップルサイダー	10(6)/ml, pH3.6~3.7,	50%希釈 144時間で10(-6)/ml減少 100%希釈 144時間で10(-1.5)/ml減少	Janisiewicz [145]
アップルサイダー	10(5.8)/ml, pH3.2,	2°C 72hrで10(-5)減少	Silk [278]
アップルサイダー	10(7)/ml, 0.045%安息香酸Na 10°C無添加 0.045%安息香酸Na	4°C無添加 18日で10(5.6)/mlに減少 12日得不検出 10°C無添加 18日で10(6.4)/mlに減少 15日得不検出	Fisher [279]
発酵オリーブ	10(7)/g pH4.5	Sucrose 0.5% 30日後10(2)/gに減少 Sucrose 1.0% 30日後10(1)/gに減少	Skandamis [280]
食酢	10(7)/ml, 2.5%,	10°C 4516分で10(-3)/ml減少 20°C 739分で10(-3)/ml減少 50°C 0.84分で10(-3)/ml減少	円谷ら [281]

食 品	接種菌量, 条件	消 長	文 献
食酢 (酢酸 2.5%)	10(8)/ml, 30°C	420分で10(-8)/ml減少	Entani [282]
醤油 (NaCl 10%)	10(5)/ml, 18°C	7日で10(-3)/ml減少	Masuda [283]
	pH4.5, 30°C	1日で10(-5)/ml減少	
液体スモーク	10(7)/g, pH2.0, 4°C	3日で10(-2.3)/g減少	Estrada-Munoz [284]
マスタード	10(6)/g, 5°C	6hr後<10(1)/gに減少	Mayerhauser [285]
	pH3.6, 25°C	3日後<10(1)/gに減少	
マスタード (10%Coleman)	10(6.8), 5°C	3hr後10(1.4)/mlに減少	Rhee [286]
	pH3.7, NaCl 2%, 22°C	3hr後10(5.1)/mlに減少	
マスタード+酢酸	10(6.7)/g, 5°C	1日後10(3.2)/gに減少	Rhee [287]
	10%マスタード, 22°C	2日後10(0.5)/gに減少	
	+1%酢酸, 22°C	1日後10(<0.3)/gに減少	
マヨネーズ	10(8)/g, 7°C	35時間で10(-5)/g減少	Weagant [288]
	pH3.6~4.4, 25°C	50時間で10(-6)/g減少	
マヨネーズ	10(6.3)/g, 5°C	93日生残	Hathcox [289]
	pH3.9~4.1, 20°C	21日生残	
	30°C	7日生残	
マヨネーズ	10(6)/g, pH3.2, 25°C	1日で10(-6)/g減少	Erickson [290]
マヨネーズ	10(6)/ml, pH3.9, 22°C	408hrで10(-5)/g減少	Raghuber [291]
サラダドレッシング	10(6)/ml, pH4.5, 22°C	408hrで10(-5)/g減少	
Yellow Fat Spreads	10(5~6)/g, ml, 4.4°C	78日以上生残	Holliday [292]
マーガリン類	21°C	42日以上生残	
ライスセリール	10(6.1)/g, pH6.8, 5°C	24週間で10(3.2)/gに減少	Deng [260]
	(hw)0.35, 25°C	5週間で10(2.4)/gに減少	
リンゴパウダー	10(3.3)/g, pH4.1, 5°C	19週間で10(2.5)/gに減少	Deng [260]
	(hw)0.16, 20°C	12週間後生残 (増菌)	
レタスサラダ	97%窒素ガス, 5°C	14日で10(-1.4)/g減少	Abdul-Raouf [293]
	12°C	14日で10(-1.6)/g減少	
カットレタス	10(3.5)/g, 5°C	10日で10(-1.0)/g減少	Li [294]
	20ppm Cl水で洗浄	18日で10(-1.5)/g減少	
カットレタス	10(4)/g, 4°C	5日で変化なし	Francis [295]
	8°C	5日で10(7)/gに増加	
キャベツサラダ	10(5.2)/g, pH4, 21°C	3日で10(-0.4~0.5)/g減少	Wu [296]
カットキャベツ	10(4.5)/g, 10°C	5日で10(4.8)/gに微増	Ohsone [297]
モヤシ	10(4.4)/g, 10°C	5日で10(7.5)/gに増加	
ブロッコリー	10(6)/g, 4°C	14日で10(2.9)/gに減少	Richerd [298]
キュウリ	10(6)/g, 4°C	14日で10(3.6)/gに減少	
ナスピサラダ	10(7.5)/g, オイル添加, 24日生残	24日生残	Skandamiis [299]
	pH4.0, オイル無添加, 4日得不検出	4日得不検出	
イチゴ	10(7)/g, 冷蔵, 4°C	7日で10(-2)/g減少	Knudsen [300]
	冷凍, -20°C	30日で10(-0.7~-2.2)/g減少	
リンゴ傷口	10(2)/g, 25°C	1日で10(+3)/g増加	Janisiewicz [145]
リンゴ傷口	10(3)/g, 4°C	14日後も変化なし	Riordan [301]
リンゴスライス	10(3.8)/g, 普通包装, 15日後10(4.8)/gに増加	15日後10(4.8)/gに増加	Gunes [302]
	20°C, CO2 30%包装, 15日後10(3.5)/gに減少	15日後10(3.5)/gに減少	
スイカ	10(3)/g, スイカ, 10hr後10(5.0)/gに増加	10hr後10(5.0)/gに増加	Rosario [303]
メロン	25°C, メロン, 10hr後10(4.2)/gに増加	10hr後10(4.2)/gに増加	
グレープフルーツ	10(6)/g, pH3.1, 4°C	30日で10(-5.0)/g減少	Marques [304]
モヤシ (alfalfa)	10(1~4)/g, 20~35°C	24hrで10(+1.0)/g増加	Charkowski [305]
		48hrで10(+2.3)/g増加	
モヤシ (alfalfa)	10(2.2)/g, 21°C発芽, 24hrで10(+2.9)/g増加	24hrで10(+2.9)/g増加	Taormina [306]
モヤシ (alfalfa)	10(2.9)/g, 21°C発芽, 15hrで10(6.5)/gに増加	15hrで10(6.5)/gに増加	Wu [307]
モヤシ (alfalfa)	10(2~4)/g, 25°C発芽, 24hrで10(5~6)/gに増加	24hrで10(5~6)/gに増加	Stewart [308]
モヤシ (alfalfa)	10(3.5)/g, 22°C発芽, 24hrで10(5.5)/gに増加	24hrで10(5.5)/gに増加	Castro-Rosas [309]
		2日以降変化なし	
モヤシ (Cress)	20~22°C, 根, 3日で10(9.0)/gに増加	3日で10(9.0)/gに増加	Cooley [310]
	10(4)/g, 茎, 3日で10(7.2)/gに増加	3日で10(7.2)/gに増加	
カイワレ大根使用水	10(3.1)/ml, 25~27°C	8日で10(7.8)/mlに増加	Hara-Kudo [311]
野菜 (カット野菜)	10(4)/g, キャベツ, 10°C	62hr後微減少	上田ら [312]
		25°C	24hr後10(2.5)/増加
		10°C	62hr後変化なし
		25°C	24hr後10(2)/g増加

4) 環境水中での消長

携帯動物および飼育環境から下水, 河川水, 湖, 海などに流出したEHECは, 自然環境下で比較的長く生残することが知られている. 下水や河川水中等には10(2)CFU/mlレベルで広く分布している[313]. また, 低

温, 低栄養, 紫外線, 海水中など過酷な自然環境下では「生きているが培養不可能」な状態 (VBNC: Viable but Non-Culturable) で長く存在し, 新たな人への感染源となる[314-322]. また, 下水中にはVT産生ファージが10~1, 000PFU/mlの量で存在し, 伝播頻度は低い为非病原性

大腸菌へ水平感染し新たなEHECが出現する[316-319].
表6に環境の各種条件下でのEHECの消長を要約した
[51, 169, 316, 323-350].

下水処理工程では1日で10(-1~-2)/ml, 都市下水中
では70日で10(-3)/mlと減少するが, VBNCに移行し残

存する. 河川水中でも7日で10(-2~-3)/mlと減少する
が比較的長時間生残する. 天然の井戸水, 地下水中でも
30~100日で10(-6)/ml減少するに過ぎない. このよう
に自然界での生残は予想以上に長期間の報告が多い.

表6 各種環境水中等での消長

環境条件	初期菌量, 条件	消 長	文 献
下水浄化槽	10(6)/ml, 20°C,	嫌気槽 処理水 150hrで10(-3)/ml減少 150hrで10(-4)/ml減少	南部ら [323]
活性汚泥処理	10(4)/ml, 25°C 10(3)/g, 25°C	処理水 濃縮汚泥 8 hr処理で10(-4)/ml消失 30日間生存, 150日消失	Takeda [324]
下水浄化槽	10(6)/ml,	10°C 20~30°C 48hrで10(-1.5)/ml減少 48hrで10(-4)/ml減少	Kaneko [325]
都市下水	10(3)/ml,	25°C 70~84日で不検出 VBNCで存在	Maule [218]
下水処理場	ファージ Cl 0.02mg/l	EDL933 ATCC43888 10(3)PFU/ml→10(0)/ml 10(3)PFU/ml→10(1.5)/ml	Tanji [320, 321]
食肉使用汚水 BOD <2/mg/L	浄化処理水, 10(5)/ml,	8°C 24.6°C 32°C 28日 で10(-1)/ml減少 28日 で10(+1)/ml増加 28日 で10(-3)/ml減少	Rajkowski [322]
食肉処理汚物	10(3~5)/ml, 牛 血 液	5°C 15°C 30°C 4 hrで10(-1)/ml減少 4 hrで10(-1)/ml減少 4 hrで10(-1)/ml減少 無変化 28hr, 10(+1~+2)/ml増加 28hr, 10(+2)/ml増加	Hepburn [326]
滅菌河川水	10(3)/ml,	23°C 6週間不検出 (VBNC)	Sata [327]
滅菌河川水	10(6.2)ml,	37°C 1月後も変動なし	木暮ら [328]
天然河川水	10(5)/ml, 14~25°C,	O157 ファージ 7日 で10(-2~-3)/ml減少 7日 で10(-1~-2)/ml減少	Muniesa [316]
滅菌河川水 天然河川水	10(3)/ml, COD 11.9mg/l	20°C 20°C 5ヶ月で10(2.0)/ml生残 2週間で不検出	尾藤ら [329]
ろ過河川水	10(6.5)ml,	5°C 25°C 38日 で10(-4.5)/ml減少 38日 で10(-1)/ml減少	Uyttendaele [248]
湖水	10(3)/ml,	15°C 25°C 21日 で不検出 3~11週間生存	Wang [330]
牧場の池	10(5.5)/ml 13°C	滅菌 非滅菌 20日後10(4.7)/ml生残 20日後10(5.1)/ml生残	Porter [169]
井戸水	10(4)/ml,	10°C 25°C 9日 で10(-4)/ml減少 2日 で10(-4)/ml減少	伊藤ら [331]
井戸水 (ろ過滅菌)	10(5)/ml, 15°C,	O157単独 O55と混在 50日変化なし 50日 で10(-5)/ml減少	正木ら [332]
井戸水	10(7)/ml, 5°C,	東 城 株 堺 株 30日 で10(-6)/ml減少 100日 で10(-6)/ml減少	石村ら [333]
井戸水	10(2)/ml, 20°C,	COD 1.5mg COD 0.7mg 2ヵ月生残 4日生残	尾藤ら [329]
井戸水	10(9)/ml, 15°C	原虫(+), Cu(-)無処理 殺菌処理 65日 で10(-5~-6)/ml減少 12~28日 で10(-9)/ml減少	Artz [334]
地下水	10(8)/ml,	15°C 70日 で10(-5.0)/ml減少	Ritchie [335]
河口海水	10(4)/ml,	10°C 20°C 56日 で10(-1.6)/ml減少 21日 で10(-3.2)/ml減少	Kaysner [336]
人工海水	10(7)/ml,	5°C 100日 で10(-2~-3)/ml減少	河本ら [337]
井戸水	10(7)/ml,	5°C 30日 で10(-7)/ml, VBNC	
人工海水	10(6)/ml,	5°C 25°C 65日 で10(-6)/ml減少 50日 で10(-3)/ml減少	Rigsbee [338]
天然海水中	10(4)/ml,	27°C 15日 で10(-3)/ml減少	Miyagi [339]
飲用水 (ろ過滅菌)	10(3)/ml,	8°C 25°C 91日 で10(-1~-2)/ml減少 49日 で不検出	Wang [330]
飲料水	10(6.5)/ml,	5°C 20°C 70日 で10(-3)/ml減少 40日 で10(-6)/ml減少	Rice [340,341]
ミネラル水	10(6)/ml,	22°C 300日以上生残	Warburton [342]
ミネラル水	10(3)/ml,	15°C 70日 で10(-3)/ml減少	Kerr [343]
蒸留水	10(6)/ml,	4°C 60日 でVBNC	Kolling [344]
蒸留水	10(5.4~6.8)/ml	4°C 18°C 230日 で不検出 230日後10(4.3~5.6)生残	Hara-Kudo [345]
家畜用飲料水	5×10(3)/ml,	5°C 16日 で10(-2)/ml減少	Rice [340]
家畜用飲料水	10(9)/ml, Cl 0.15~7 ppm	0~15°C 245日 で10(-7)/ml減少	LeJeune [51]
家畜用飲料水	10(1.5)/ml, 20°C	無 処 理 滅 菌 水 15日後10(2.0)/mlに微増 15日後10(5.5)/mlに増加	LeJeune [346]
家畜用飲料水	10(3~6)ml, 15°C 10(6)/ml	無 添 加 1%牛糞添加 31日後10(<1)/ml生残 31日後10(-2.5)/ml減少	McGee [347]
15%塩水 (2.5M)	10(4~5)/ml,	rpoS(+) rpoS(-) 50hrで10(-0.1)/ml減少 25hrで10(-0.5)/ml減少	Chevillat [348]
5%NaCl+BHI 15%NaCl+BHI	10(8)/ml, pH4.8, 10(8)/ml, pH4.8,	12°C 12°C 593hr10(-4)/ml減少 564hr10(-4)/ml減少	Whiting [349]
コールドショック BHI (-18°C)	10(8)/ml,	ショック株 非ショック株 24hr後35.6~52%生残 24hr後11%生残	Grzadkowska [350]

注: VBNC=Viable but Non-Culturable 生きてはいるが培養不可能菌, 10(-3)=1/1000減少.

5) 有機肥料, 牛糞, 土壌中等での消長

携帯動物から排泄された牛糞や堆肥は, 重要な汚染源となり環境への汚染, 浸潤の原因となる. そのためこれらの衛生的管理 (発酵温度, 時間), 牧草地への堆肥散布後の休牧など汚染菌量の減量化と拡散防止策によるリスク軽減が重要となる [119-122, 314, 351]. 自然環境に排出されたEHECは, 初期汚染菌量, 温度, 湿度, 降雨量, 紫外線, 共生するアメーバの存在などの条件で異なるが比較的長期間生残する [352-354]. 表7に主な報告

例を示した [355-370].

牛糞中 (15°C) では18週間で10(-5)/g, 牛堆肥 (20°C) でのDRT (1/10減少時間) が13.5日, また羊堆肥中では4~21ヶ月生残の報告もある. 土壌中では長いもので有機土壌 (21°C) で231日, 牧草土壌で64~99日生残する. このように堆肥や土壌も携帯動物に次いでEHECの有力な媒介者 (Vector) であり, 保菌媒体 (Reservoir) でもある [371].

表7 有機肥料, 牛糞, 土壌中等での消長

各種環境	初期汚染菌量, 条件	消 長	文 献	
羊有機堆肥中	10(10)/g, 環境温度,	嫌気条件 好気条件	21ヶ月後10(2-6)/g生残 4月以上生残 (増菌)	Kudva [355]
発酵堆肥 (コンポスト)	10(7)/g,	25°C 45°C	4日以上変化なし 3日で10(-7)/g減少	Lung [356]
乾燥堆肥 (d_w 0.32-0.41)	10(7.8)/g,	15°C	4日で10(-3)/g減少 24日以降10(4)/g保持	McEvoy [357]
牛糞中	10(8~9)/g,	10°C	99日で10(-4~-5)/g減少	Bolton [223]
牛糞中	10(3)/g,	5°C 22°C	70日生残 56日生残	Wang [358]
	10(5)/g,	5°C 22°C	77日生残 63日生残	
牛糞中	10(5)/g, 15°C, 10(5)/g, 15°C, 10(5)/g, 15°C,	O157 O26 O111	18週間生残 18週間生残 10週間生残	Fukushima [359]
牛堆肥中	水分 87.6%, pH7.42 アンモニア 0.02%	4°C 20°C 7°C	DRT=18.59日 DRT=13.51日 DRT=3.58日	Himathongkham [353]
牛し尿中 (Slurry)	10(6)/g, 10°C,	サイレージ給餌 濃厚飼料加給	12週間後10(-5.5)/g減少 12週間後10(-3.5)/g減少	McGee [360]
鶏糞堆肥	アンモニア 1%,	20°C	24hr, 10(-3.5)/g 48hr, 10(-6.0)/g 72hr, 10(-8.0)/g	Himathongkham [361]
鶏堆肥/液肥	堆肥 (表面)	4°C 20°C 37°C	DRT=14.3日 DRT=1.45日 DRT=0.59日	Himathongkham [362]
	液肥 pH7.9~8.7 アンモニア 0.13%	4°C 20°C 37°C	DRT=156.3日 DRT=6.91日 DRT=1.90日	
土壌中 (アメーバ共存)	10(6.5)/g,	25°C	35日で10(-1.5)/g減少	Baker [354]
土壌中	25°C, 湿度 52%,	10(5)/g 10(3)/g	35日まで生残 21日まで生残	Campbell [363]
土壌中	10(8)/g,	15°C	25日で10(-3)/g減少 90日で10(-4)/g減少	Ritchie [335]
放牧土壌	10(5)/g,	5~20°C	64~99日生残	Bolton [223]
休耕畑土	10(5)/g,	休 耕 畑 ライ麦畑 凍結畑土	25~40日生残 47~96日生残 500日以上生残	Gagliardi [364]
土壌による濾過	10(5)/ml,	自然降雨	35~63日で10(-5)/ml減少	Gagliardi [365]
土壌	10(6)/g, 直接平板,	砂 土 質 粘 土 質	8日得不検出 25日得不検出	Fenlon [366]
土壌	10(6~7)/g, 25°C	有機質 1.7% 有機質 2.8%	60日で10(-3.0)/g減少 60日で10(-5.5)/g減少	Mubiru [367]
堆肥土壌 (滅菌)	10(6)/g,	15°C 21°C	226日以上生残 231日生残	Jiang [368]
有機堆肥 (バイオリアクター 添加)	10(6.7)/g, 10(7)/g,	21°C 50°C	24hr後10(-3.5)/g減少 36日後10(2)/g生残 7日後10(1)/g生残 14日後不検出/25g	Jiang [369]
牧場の泥砂	休牧後,	自然環境下 (夏)	15週間生残 (<10/g)	Ogden [370]

注: DRT; decimal reduction time (1/10減少必要時間)

6) 胃液, 乾燥条件での消長

EHECが少ない菌量で人に感染する理由は, EHECが病原因子として*rpoS* (耐ストレス因子) を保有し胃酸バリアー (pH1.5~2.0) に耐えて大腸まで到達し増殖することに因る[372-381]. このことが少ない菌量の暴露で人から人への二次感染を可能とする. この耐ストレス遺伝子は, 発育の静止期 (stationary phase) や環境からの乾燥, 熱, 塩類 (浸透圧) など生存に危機的條件がシグナルとなって発現する. そのため*rpoS*を保有しない正常大腸菌に比し強い耐ストレス性を示す. EHECは酸性の強い各種食品中でpH4.0までは発育可能で, それ以下でも長期間生残する[169, 170]. 胃液 (pH1.5~2.0) や乾燥などの過酷な条件での消長を表8にまとめた[218, 223,

259, 260, 277, 348, 373, 382-395].

このように胃液中では2~4hrで1/2~10(-4)程度減少する. 食後胃内容物のpHが2.5以下になるのは, 成人で120min後, 子供で180min後であり, また胃内容物の50%が十二指腸に移送される必要時間は120minとの報告からも胃酸バリアーを容易に通過する[381].

表面モデル実験では, プラスチック面, 99日間で10(5)/cm²減少, ステンレス面で60日間生残, コンクリート面では1日後15~28%生残する. 乾燥に対しても強く, 種子中で25~54週間生残, 肉粉中でも56日で10(-2.5)/gの減少に止まる. このように胃酸や外界の厳しい条件で長期間生残することでヒトへの感染確率が高まるものと考えられる.

表8 その他, 胃液乾燥条件下での消長

その他, 環境	初期汚染菌量, 条件	消 長	文 献
人工胃液 (pH2.5)	10(3.3)/ml, 37°C	4hrで50.3%に減少	Ujias [382]
人工胃液 (pH1.5)	10(4)/ml, 37°C	2hrで10(-2)/ml減少	Roering [277]
人工胃液 (pH1.8)	10(5)/100ml, 22°C	dps(+)株 3hrで10(-2)/ml減少 dps(-)株 3hrで10(-4)/ml減少	Choi [373]
人工胃液 (pH1.5)	10(4~5)/ml, pH1.5	rpoS(+) 30minで10(-0.4)/ml減少 rpoS(-) 7minで10(-0.6)/ml減少	Cheville [348]
人工胃液 (pH1.5)	10(4)/ml, 37°C	3hrで30-61%生残	Arnord [383]
低酸性溶液 (pH2~4)	一夜培養液 37°C	pH 2.0(HCl) 24hr, 10(-4.0)/ml減少 pH4.0(acetic) 24hr, 10(-5.5)/ml減少	McKellar [384]
金貨表面	10(4)塗布, 25°C	4~7日で死滅	Jiang [385]
プラスチック表面	25°C (室温) 10(6)/10cm ²	堺市株 10(-0.13)/12hr, 35日生残 対照株 10(-1.87)/12hr, 7日生残	Iijima [386]
プラスチック表面	10(8)/g, 10°C	99日で10(-4.5~-5.5)/g減少	Bolton [223]
ステンレス表面	10(7)/7cm ² , 25°C塗布	60日生残	Maule [218]
プラスチックまな板	4°C塗布	16日生残	
コンクリート表面	19°C, 湿度 53-55%	ヒト由来株 24hr後15.3%生残 肉由来株 24hr後27.7%生残 牛由来株 24hr後26.0%生残	Avery [387]
コンクリート表面	10(8)/cm ² , 10~25°C	1D(1/10減少)に1~4日	Small [388]
金属表面	10(8)/cm ² , 10~25°C	1D(1/10減少)に1~4日	
獣毛	10(8)/g, 10~25°C	1D(1/10減少)に5~8日	
敷きワラ表面	10(8)/g, 25°C	1D(1/10減少)に12~27日 1D(1/10減少)に4~17日	Small [388]
各種まな板	4.4x10(6)/25cm ² , 室温	木製 12hr後10(-2)/25cm ² 減少 プラスチック 12hr後10(-3)/25cm ² 減少	Ak [389]
銅吸着繊維 (抗菌繊維)	10(6)/ml, 35°C (Cu 0.2g/200μl)	10min後10(-1)/ml減少 20min後10(-4)/ml減少 30min後10(-5)/ml減少	坂口ら [390]
アルファルファ種子	10(3)/g, 5~37°C	266~378日生残	Taormina [391]
アルファルファ種子	10(3.3)/g, 5°C	52週間で10(-0.74)/g減少	Beuchat [392]
	<i>dw</i> 0.36, 25°C	25週間で10(-2.95)/g減少	
米菓子 (<i>dw</i> 0.35)	10(6)/g, 25°C	16週間生残	Deng [260]
ポテト粉 (<i>dw</i> 0.24)	10(5)/g, 4°C	33週間生残	Park [393]
	20°C	5週間生残	
肉粉 (<i>dw</i> 0.35)	10(5.9)/g, 5°C	56日で10(-2.5)/g減少	Ryu [259]
	NaCl 0.5%, 25°C	56日以上生残	
サイロ飼料	10(3)/g接種, 20°C	12日で10(7)/g増加	Fenlon [394]
サイレージ (良質)	10(7.8)/g, 15°C	1年発酵サイレージ 19日で10(<0.5)/gに減少 2年発酵サイレージ 19日で10(<0.5)/gに減少	Byrne [395]

rpoS: 耐ストレス因子 dps: DNA結合蛋白 (oxidative stress protection)

以上、生態学的立場からEHECの動物、環境、ヒトへの出現と消長を図2に取りまとめた。EHECは携帯動物を宿主とした生活環の中で増幅、消長を繰り返しながら進化し続けている。主として反芻家畜(牛、羊)の消化管を一次的生息場所とし、幼若動物など飼育群内で個体間の接触や飼料・飲水を介した水平伝播を繰り返し、高い比率で分布する。保菌家畜の糞便からその飼育環境である畜舎、放牧場、土壌を汚染する。ついで野生動物等(野鳥、鹿、野ウサギ、ガチョウ、野ネズミ、ハエ、蛾)が保菌し伝播者(Vector)となる。自然界に排出されたEHECは、土壌、河川水、湖水、下水中で長く生残する。ヒトへの感染は、①動物との直接接触、②二次汚染した肉、牛乳、その製品、生水の飲食、③河川での水泳などにより、感染が成立する。動物や自然界に広く浸潤したEHECの撲滅は不可能であり、食物連鎖の各工程(生産・加工・流通・消費)でEHECの有効な制御が感染予防対策に重要となる。

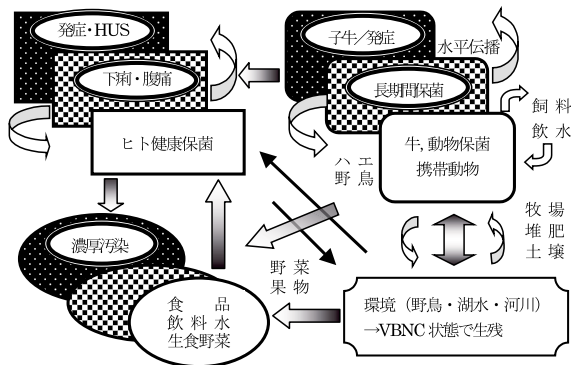


図2 腸管出血性大腸菌の生活環と生態

VBNC; (Viable but Non-Culturable) 生きているが培養不可能な状態

まとめ

1982年、新興感染症として出現したEHECについては、その後の数多くの調査研究により、その病原性、分布、生態さらには臨床、治療などが明らかにされてきた。これらを総合的に関連づけ文献的集計を加えた。食の安全確保のためには「農場から食卓」までの一貫した発生予防対策の確立が重要となっている。これらの基礎データ情報が各分野で共有され発生の予防対策に参考にされれば幸いである。次の機会にはEHECの病原因子と感染成立、予防のためのリスクマネジメント、洗浄・殺菌などの制御法等について取りまとめる。

文献

[1] Konowalchuk, J., Speir, J. I. and Stavric, S. (1977): Infect. Immun., 18(3), 775-779.

[2] Riley, L. W., Remis, R. S., Helgeson, S. D. et al. (1983): N. Engl. J. Med. 308(12), 681-685.

[3] O'Brien, A. D., Melton, A. R., Schmitt, C. K. et al. (1993): J. Clin. Microbiol., 31(10), 2799-2801.

[4] 浅井良夫, 滝沢金次郎, 安田哲夫ほか (1979): 神奈川衛研研究報告, 9, 31-32.

[5] 城 宏輔 (1991): 臨床と微生物, 18(4), 457-465.

[6] 堺市学童集団下痢症対策本部 (1997): 堺市学童集団下痢症 (概要). p. 1-65.

[7] 病原大腸菌O-157対策本部 (1996): 食品衛生研究, 46(12), 7-28.

[8] 国立感染症研究所 (2003): 病原微生物検出情報, 24(6), 129-131.

[9] Lammerding, A. M. and Fazil, A. (2000): Int. J. Food Microbiol., 58(3), 147-157.

[10] Food Safety and Inspection Service (2001): FSIS Report. p. 1-173.

[11] 品川邦汎, 植村 興 (1999): 獣医畜産新報, 52(8), 649-651.

[12] Lardy, G. P., Garden-Robinson, J., Stoltenow, C. et al. (2003): J. Extension, 41(1), 1-9.

[13] Nataro, J. P. and Kaper, J. B. (1998): J. Microbiol. Rev., 11(1), 142-201.

[14] Guerrant, R. L., Steiner, T. S., Lima, A. A. M. et al. (1999): J. Infect. Dis., 179 (Suppl. 2), S331-S337.

[15] Torres, A. G. and Kaper, J. B. (2002): Curr. Topics Microbiol. Immunol., 264(1), 31-48.

[16] Kaper, J. P., Mellies, J. L. and Nataro, J.P. (1999): In Kaper, J. B. and Hacker, J. (ed) Pathogenicity islands and other mobile virulence elements., AMS press. washington p. 33-58.

[17] Feng, P., Lampel, K. A., Karch, H. et al. (1998): J. Infect. Dis., 177(6), 1750-1753.

[18] Park, S., Worobo, R. W. and Durst, R. A. (1999): Crit. Rev. Food Sci. Nutrition., 39(6), 481-502.

[19] Donnenberg, M. S. and Whittam, T.S. (2001): J. Clin. Invest., 107(5), 539-548.

[20] Whittam, T. S. and McGraw, E. A. (1996): Rev. Microbiol., Sao Paulo, 27 (Suppl.), 7-16.

[21] 大西 真, 林 哲也 (2002): 日本臨床, 66(6), 1077-1082.

[22] Kim, J., Nietfeldt, J., Ju, J. et al. (2001): J. Bacteriol., 183(23), 6885-6897.

[23] National Institutes of Health (1998): NIH News Release, 301, 493-4541.

[24] Paton, J. C. and Paton, A. W. (1996): J. Clin. Microbiol., 34(2), 463-465.

[25] Tschape, H., Prager, R., Streckel, W. et al. (1995):

- Epidemiol. Infect., **114**(3), 441-450.
- [26] Paton, A. W., Woodrow, M. C., Doyle, R. M. et al. (1999): *J. Clin. Microbiol.*, **37**(10), 3357-3361.
- [27] Maidhof, H., Guerra, B., Abbas, S. et al. (2002): *Appl. Environ. Microbiol.*, **68**(12), 5834-5842.
- [28] Hiruta, N., Murase, T. and Okamura, N. (2001): *Epidemiol. Infect.*, **127**(2), 221-227.
- [29] Stephan, R. and Schumacher, S. (2001): *Lett. Appl. Microbiol.*, **32**(2), 114-117.
- [30] Galland, J. C., Hyatt, D. R., Crupper, S. S. et al. (2001): *Appl. Environ. Microbiol.*, **67**(4), 1619-1627.
- [31] Schroeder, C. M., Zhao, C., DebRoy, C. et al. (2002): *Appl. Environ. Microbiol.*, **68**(2), 576-581.
- [32] Schroeder, C. M., Meng, J., Zhao, S. et al. (2002): *Emerg. Infect. Dis.*, **8**(12), 1409-1414.
- [33] Threlfall, E. J., Ward, L. R., Forst, J. A. et al. (2000): *Int. J. Food Microbiol.*, **62**(1-2), 1-5.
- [34] WHO/CSR/APH (1998): Report of WHO Scientific Working Group Meeting p. 1-35. Berlin, Germany, 23-26 June 1998.
- [35] Acheson, D. W. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(6), 819-821.
- [36] Meyer-Broseta, S., Bastian, S. N., Arne, P. D. et al. (2001): *Int. J. Hyg. Environ. Health*, **203**(4), 347-361.
- [37] Gansheroff, L.J. and O'Brien, A. D. (2000): *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **97**(7), 2959-2961.
- [38] Gonzalez, G. E. A. (2002): *Pol. J. Vet. Sci.*, **5**(2), 103-115.
- [39] Wasteson, Y. (2001): *Acta. Vet. Scand.*, **95** (Suppl.), 79-84.
- [40] Simpson, V. R. (2002): *Vet. J.*, **163**(2), 128-146.
- [41] Renter, D. G., Sargeant, J. M., Hygnostorm, S. E. et al. (2001): *J. Wild. Dis.*, **37**(4), 755-760.
- [42] Makino, S., Kobori, H., Asakura, H. et al. (2000): *Epidemiol. Infect.*, **125**(1), 55-61.
- [43] 福山正文, 横山里恵, 坂田慎治ほか (1999) : 感染症誌, **73**(11), 1140-1144.
- [44] Cizek, A., Alexa, P., Literak, I. Et al. (1999): *Lett. Appl. Microbiol.*, **28**(6), 435-439.
- [45] Syngé, B. A., Chase-Topping, M. E., Hopkins, G. F. et al. (2003): *Epidemiol. Infect.*, **130**(2), 301-312.
- [46] Renter, D. G. and Sargeant, J. M. (2002): *Animal Health Res. Rev.*, **3**(2), 83-94.
- [47] Cobbold, R. and Desmarchelier, P. (2002): *Appl. Environ. Microbiol.*, **68**(8), 4148-4152.
- [48] Hancock, D. D., Besser, T. E., Rice, D. H. et al. (1998): *Prevent. Vet. Med.*, **35**(1), 11-19.
- [49] Renter, D. G., Sargeant, J. M., Oberst, R. D. et al. (2003): *Appl. Environ. Microbiol.*, **69**(1), 542-547.
- [50] Dodd, C. C., Sanderson, M. W., Sargeant, J. M. et al. (2003): *Appl. Environ. Microbiol.*, **69**(9), 5243-5247.
- [51] LeJeune, J. T., Besser, T. E. and Hancock, D. D. (2001): *Appl. Environ. Microbiol.* **67**(7), 3053-3057.
- [52] Donkersgoed, J., Berg, J., Potter, A. et al. (2001): *Can. Vet.*, **42**(9), 714-720.
- [53] Vidaver, A. K. (2002): *Clin. Infect. Dis.*, **34** (Suppl.), S107-S110.
- [54] Bailar, J. C. and Travers, K. (2002): *Clin. Infect. Dis.*, **34** (Suppl.), S135-S143.
- [55] 田村 豊 (2001) : モダンメディア, **47**(9), 219-226.
- [56] Tollefson, L. and Miller, M. A. (2000): *J. AOAC.*, **83**(2), 245-254.
- [57] Barber, D. A., Miller, G. Y. and McNamara, P. E. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(4), 700-709.
- [58] Bywater, R. J. and Casewell, M. W. (2000): *J. Antimicrob. Chemother.*, **46**(4), 643-644.
- [59] 荒川宜親 (1999) : 食品衛生研究, **49**(8), 49-60.
- [60] Kohler, B., Karch, H. and Schmidt, H. (2000): *Microbiology*, **146**(5), 1085-1090.
- [61] Matsushiro, A., Sato, K., Miyamoto, H. et al. (1999): *J. Bacteriol.*, **181**(7), 2257-2260.
- [62] Smith, D. L., Harris, A. D., Johnson, J. A. et al (2002): *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, **99**(9), 6434-6439.
- [63] Schmidt, H., Bielaszewska, M. and Karch, H. (1999): *Appl. Environ. Microbiol.*, **65**(9), 3855-3861.
- [64] Acheson, D. W. K., Reidl, J., Zhang, X. et al. (1998): *Infect. Immun.*, **66**(9), 4496-4498.
- [65] Matsushiro, A., Sato, K., Miyamoto, H. et al. (1999): *J. Bacteriol.*, **181**(7), 2257-2260.
- [66] Food Safety and Inspection Service (2001): Risk Assessment Division, Office of Public Health and Science.
[<http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/00-023Nreport.pdf>]
- [67] Vernozy-Rozand, C., Montet, M. P., Lequerrec, F. et al. (2002): *J. Appl. Microbiol.*, **93**(3), 473-478.
- [68] Chapman, P. A. (2000): *Symp. Ser. Soc. Appl. Microbiol.*, **88**(Suppl.), 51S-60S.
- [69] Oldfield, E. C. (2001): *Rev. Gastroenterological Dis.*, **1**(4), 177-186.
- [70] Vernozy-Rozand, C., Montet, M.P., Lequerrec, F. et al. (2002) : *J. Appl. Microbiol.*, **93**(3), 473-478.
- [71] 農林水産省 (1996) : 家畜衛生週報, No.2428(11), 356.
- [72] 品川邦汎 (1997) : 獣医畜産新報, **50**(3), 237-242.
- [73] Nakazawa, M., Akiba, M., Sameshima, T. (1999):

- Emerg. Infect. Dis., **5**(6), 833.
- [74] 桜庭秀人, 佐藤 東, 吉田繁成ほか (1999): 日獣会誌, **52**(7), 445-449.
- [75] 古畑勝則, 坂田慎治, 岡本倫明ほか (1999): 感染症学誌, **73**(5), 445-450.
- [76] Shinagawa, K., Kanehira, M., Omoe, K. et al. (2000): Vet. Microbiol., **76**(3), 305-309.
- [77] Misawa, N., Sueyoshi, M., Uemura, R. et al. (2000): Microbiol. Immunol., **44**(11), 891-896.
- [78] 安岡富久, 松本紀子, 谷脇 妙ほか (2001): 高知衛研研究報告, **47**, 31-39.
- [79] Kobayashi, H., Shimada, J., Nakazawa, M. et al. (2001): Appl. Environ. Microbiol., **67**(1), 484-489.
- [80] Hornitzky, M. A., Vanselow, B. A., Walker, K. et al. (2002): Appl. Environ. Microbiol., **68**(12), 6439-6445.
- [81] Cobbold, R. and Desmarchelier, P. (2000): Vet. Microbiol., **71**(1-2), 125-137.
- [82] Besser, T. E., Hancock, D. D., Pritchett, L. C. et al. (1997): J. Infect. Dis., **175**(3), 726-729.
- [83] Smith, D., Blackford, M., Younts, S. et al. (2001): J. Food Prot., **64**(12), 1899-1903.
- [84] Valcour, J. E., Michel, P., McEwen, S. A. et al. (2002): Emerg. Infect. Dis., **8**(3), 252-257.
- [85] Keen, J. E. and Elder, R. O. (2002): J. Am. Vet. Med. Assoc., **220**(6), 756-763.
- [86] Chapman, P. A., Malo, C., Ellin, A. T. et al. (2001): Int. J. Food Microbiol., **64**(1-2), 139-150.
- [87] Rogerie, F., Marecat, A., Gambade, S. et al. (2001): Int. J. Food Microbiol., **63**(3), 217-223.
- [88] Lahti, E., Keskimaki, M., Rantala, M. et al. (2001): Vet. Microbiol., **79**(3), 239-251.
- [89] Lahti, E., Ruoho, O., Rantala, L. et al. (2003): Appl. Environ. Microbiol., **69**(1), 554-561.
- [90] Hancock, D., Rice, D.H., Thomas, L.A. et al. (1997): J. Food Prot., **60**(5), 462-465.
- [91] Elder, R. O., Keen, J. E., Siragusa, G. R. et al. (2000): Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **97**(7), 2999-3003.
- [92] Pradel, N., Livrelli, V., Champs, C. et al. (2000): J. Clin. Microbiol., **38**(3), 1023-1031.
- [93] Omisakin, F., MacRae, M., Ogden, I. D. et al. (2003): Appl. Environ. Microbiol., **69**(5), 2444-2447.
- [94] Schurman, R. D., Hariharan, H., Heaney, S. B. et al. (2000): J. Food Prot., **63**(11), 1583-1586.
- [95] Tuteneil, A. V., Pierad, D., Uradzinski, J. et al. (2002): Epidemiol. Infect., **129**(1), 41-47.
- [96] Zschock, M., Hamann, H. P., Kloppert, B. et al. (2000): Lett. Appl. Microbiol., **31**(3), 203-208.
- [97] Garber, L., Wells, S., Schroeder-Tuckker, L. et al. (1999): J. Food Prot., **62**(4), 307-312.
- [98] Paiba, G. A., Gibbens, J. C., Pascoe, S. J. et al. (2002): Vet. Rec., **150**(19), 593-598.
- [99] Fegan, N. and Desmarchelier, P. (1999): Lett. Appl. Microbiol., **28**(5), 335-339.
- [100] Cerqueira, A. M., Guth, B. E., Joaquim, R. M. et al. (1999): Vet. Microbiol., **70**(1-2), 111-121.
- [101] Heuvelink, A. E., Biggelaar, F. L. A. M., Boer, E. et al. (1998): J. Clin. Microbiol., **36**(4), 878-882.
- [102] Heuvelink, A. E., Biggelaar, F. L. A. M., Zwartkuis-Hahuis, J. T. M. et al. (1998): J. Clin. Microbiol., **36**(12), 3480-3487.
- [103] Sanz, M. E., Vinas, M. R., Parma, A. E. (1998): Eur. J. Epidemiol., **14**(4), 399-403.
- [104] Blanco, M., Blanco, J. E., Blanco, J. et al. (1997): Vet. Microbiol., **54**(3-4), 309-319.
- [105] Bouvet, J., Montet, M. P., Rossel, R. et al. (2002): Int. J. Food Microbiol., **77** (1-2), 99-108.
- [106] Bouvet, J., Bavai, C., Rossel, R. et al. (2001): Int. J. Food Microbiol., **71**(2-3), 249-255.
- [107] Bouvet, J., Montet, M. P., Rossel, R. et al. (2002): J. Appl. Microbiol., **93**(1), 7-14.
- [108] Feder, I., Wallance, F. M., Gray, J. T. et al. (2003): Emerg. Infect. Dis., **9**(3), 350-353.
- [109] Bonardi, S., Maggi, E., Bottarelli, E. et al. (1999): Vet. Microbiol., **67**(3), 203-211.
- [110] Conedera, G., Chapman, P. A., Marangon, S. et al. (2001): Int. J. Food Microbiol., **66**(1-2), 85-93.
- [111] Nielsen, E. M., Tegtmeier, C. and Andersen, H. J. (2002): Vet. Microbiol., **88**(3), 245-257.
- [112] Sargeant, J. M., Gillespie, J. R., Oberst, R. D. et al. (2000): Am. J. Vet. Res., **61**(11), 1375-1379.
- [113] Moreira, C. N., Pereira, M. A., Brod, C. S. et al. (2003): Vet. Microbiol., **93**(3), 179-183.
- [114] Zhou, Z., Nishikawa, Y., Zhu, P. et al. (2002): J. Vet. Med. Sci. **64**(11), 1041-1044.
- [115] Wasteson, J. G., Berget, H. E. and Herikstad, H. (2001): Int. J. Food Microbiol., **65**(3), 193-200.
- [116] Morabito, S., Dell'Omo, G., Agrimi, U. et al. (2001): Vet. Microbiol., **82**(3), 275-283.
- [117] Sargeant, J. M., Hafer, D. J., Gillespie, J. R. et al. (1999): J. Am. Vet. Med. Assoc., **215**(6), 792-794.
- [118] Brashears, M. M., Galyean, M. L., Loneragan, G. H. et al. (2003): J. Food Prot., **66**(5), 748-754.
- [119] Hancock, D., Besser, T., Lejeune, J. et al. (2001): Int. J. Food Microbiol., **66**(1-2), 71-78.
- [120] Callaway, T. R., Anderson, R. C., Genovese, K. J. et al. (2002): J. Anim. Sci., **80**(6), 1683-1689.

- [121] Dean-Nystrom, E. A., Gansheroff, L. J., Mills M. et al. (2002): *Infect. Immun.*, **70**(5), 2414-2418.
- [122] 瀬尾元一郎, 深谷久美子, 中澤宗生 (1997): 畜産の研究, **51**(7), 797-802.
- [123] 神田 章, 両角吉三, 吉澤直樹 (2000): 獣医畜産新報, **53**(5), 373-375.
- [124] Kudva, I. T., Jelacic, S., Tarr, P. I. et al. (1999): *Appl. Environ. Microbiol.* **65**(9), 3767-3773.
- [125] Bell, C. (2002): *Int. J. Food Microbiol.*, **78**(3), 197-216.
- [126] Subcommittee of the PHLS Advisory committee on Gastrointestinal Infections (2000): *Commun. Dis. Public Health*, **3**(1), 14-24.
- [127] Nauta, M. J., Evers, E. G. Takumi, K. et al. (2001): RIVM report 257851003, RIVM, Bilthoven. p. 1-169.
- [128] FDA/CFSAN (2001): Report, Sep. 30, 2001.
- [129] 須藤正英, 高橋智子, 大谷勝実ほか (2000): 山形県衛研所報, **33**, 56-57.
- [130] 木村美浩, 川村芳則, 高橋清美 (2001): 日食微誌, **18**(4), 147-149.
- [131] 倉園貴至, 近 真理奈, 山口正則ほか (2000): 病原微生物検出情報, **21**(5), 95.
- [132] 八柳 潤, 木内 雄, 斎藤志保子ほか (1998): 病原微生物検出情報, **19**(11), 255-256.
- [133] 渡辺治雄, 庄田文夫, 牧野芳大ほか (2000): 平成9-11年度厚生科学研究費補助総合研究報告書. p. 79-125.
- [134] 竹田多恵, 吉田健一 (1997): 日本細菌学雑誌, **52**(1), 103.
- [135] Pierard, D., Stevents, D., Moriau, L. et al. (1997): *Clin. Microbiol. Infect.*, **3**(5), 531-540.
- [136] Stephan, R. and Untermann, F. (1999): *J. Clin. Microbiol.*, **37**(5), 1570-1572.
- [137] Stephan, R., Ragettli, S., Untermann, F. (2000): *J. Appl. Microbiol.*, **88**(2), 335-341.
- [138] Harris, A. A., Kaplan, R. L., Goodman, L. J. et al. (1985): *J. Infect. Dis.*, **152**(4), 775-777.
- [139] Wilson, J. B., Clarke, R. C., Renwick, S. A. et al. (1996): *J. Infect. Dis.*, **174**(5), 1021-1027.
- [140] Fischer, S. A., Harris, A. A., Segreti, J. et al. (1996): *Clin. Microbiol. Infect.*, **1**(3), 175-178.
- [141] Chalmers, R. M., Salmon, R. L., Evans, J. et al. (2000): *SCIEH Weekly Rep.*, **34**(2000/05), 12-13.
- [142] Reymond, D., Johnson, R. P., Karmali, M. A. et al. (1996): *J. Clin. Microbiol.*, **34**(9), 2053-2057.
- [143] 武間亮香, 丸高ゆう子, 前田拓也ほか (2000): 防菌防黴, **28**(9), 553-559.
- [144] Sasaki, T., Kobayashi, M. and Agui, N. (2000): *J. Med. Entomol.*, **37**(6), 945-949.
- [145] Janisiewicz, W. J., Conway, W. S., Brown, M. W. et al. (1999): *Appl. Environ. Microbiol.*, **65**(1), 1-5.
- [146] Kobayashi, M., Sasaki, T., Saito, N. et al. (1999): *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, **61**(4), 625-629.
- [147] 安居院宣昭 (1997): 食品衛生研究, **47**(9), 29-33.
- [148] Moriya, K., Fujibayashi, T., Yoshihara, T. et al. (1999): *J. Med. Vet. Entomol.*, **13**(2), 214-216.
- [149] 石畝 史, 村田 健, 和田七朗兵衛ほか (1997): 福井衛研所報, **36**, 47-50.
- [150] 安居院宣昭 (1998): 病原微生物検出情報, **19**(6), 125-126.
- [151] Iwasa, M., Makino, S., Asakura, H. et al. (1999): *J. Med. Entomol.*, **36**(1), 108-112.
- [152] 飯田 孝, 神崎政子, 細谷夏美ほか (1999): 東京都衛研年報, **50**, 24-27.
- [153] Dean-Nystrom, E. A., Bosworth, B. T. and Moon, H. W. (1999): *Adv. Exp. Med. Biol.*, **473**, 173-177.
- [154] Dean-Nystrom, E. A., Pohlenz, J. F. L., Moon, H. W. et al. (2000): *Infect. Immun.*, **68**(4), 2356-2358.
- [155] Walls, A. D., Clifton-Hadley, F. A., Cookson, A. L. et al. (2002): *J. Med. Microbiol.*, **51**(9), 755-763.
- [156] Pruijboom-Brees, I. M., Morgan, T. W., Ackermann, M. R. et al. (2000): *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. **97**(19), 10325-10329.
- [157] Elaine-Hoey, D. E., Currie, C., Else, R. W. et al. (2002): *J. Med. Microbiol.*, **51**(2), 143-149.
- [158] Stevens, M. P., Marches, O., Cambell, J. et al. (2002): *Infect. Immun.*, **70**(2), 945-952.
- [159] Naylor, S. W., Low, J. C., Besser, J. C. et al. (2003): *Infect. Immun.*, **71**(3), 1505-1512.
- [160] Baehler, A. A. and Moxley, R. A. (2000): *FEMS Microbiol. Lett.*, **185**(2), 239-242.
- [161] Schamberger, G. P. and Diez-Gonzalez, F. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(9), 1381-1387.
- [162] Ogawa, M., Shimizu, K., Nomoto, K. et al. (2001): *Infect. Immun.*, **69**(2), 1101-1108.
- [163] Ogawa, M., Shimizu, K., Nomoto, K. et al. (2002): *Int. J. Food Microbiol.*, **68**(1-2), 135-140.
- [164] Syngde, B. A. (2000): *J. Appl. Microbiol. Symp. Suppl.* **88**(Suppl.), 31S-37S.
- [165] Duncan, S. H., Booth, I. R., Flint, H. J. et al. (2000): *Symp. Ser. Soc. Appl. Microbiol.* 2000; (29): 157S-165S.
- [166] Shere, J. A., Bartlett, K. J. and Kaspar, C. W. (1998): *Appl. Environ. Microbiol.* **64**(4), 1390-1399.
- [167] Hovde, C. J., Austin, P. R., Cloud, K. A. et al. (1999): *Appl. Environ. Microbiol.* **65**(7), 3233-3235.
- [168] Orden, J. A., Ruiz-Santa-Quiteria, J. A., Cid, D. et al.

- (1998): *Vet. Microbiol.*, **63**(2-4), 239-248.
- [169] Porter, J., Mobbs, K., Hart, C. A. et al. (1997): *J. Appl. Microbiol.*, **83**(3), 297-306.
- [170] Rahn, K., Renwick, S. A., Johnson, R. P. et al. (1997): *Epidemiol. Infect.*, **119**(2), 251-259.
- [171] Russell, J. B., Diez-Gonzalez, F. and Jarvis, G. N. (2000): *Microbes and Infection*, **2**(1), 45-53.
- [172] 高橋志達, 田口晴彦, 山口博之ほか (1999): *感染症学雑誌*, **73**(1), 7-14.
- [173] Kim, S. H., Yang, S. J., Koo, H. C. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(11), 1667-1673.
- [174] Brashears, M. M., Jaroni, D. and Trimble, J. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(3), 355-363.
- [175] Grauke, L. J., Kudva, I. T., Yoon, J. W. et al. (2002): *Appl. Environ. Microbiol.* **68**(5), 2269-2277.
- [176] Buchko, S. J., Holley, R. A., Olson, W. O. et al. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(11), 1467-1474.
- [177] Geue, L., Segura-Alvarez, M., Conraths, F. J. et al. (2002): *Epidemiol. Infect.*, **129**(1), 173-185.
- [178] Cornick, N. A., Booher, S. L. and Moon, H. W. (2002): *Infect. Immun.*, **70**(5), 2704-2707.
- [179] Cray, W. C. and Moon, H. W. (1995): *Appl. Environ. Microbiol.*, **61**(4), 1586-1590.
- [180] Wray, C., McLaren, I. M., Randall, L. P. et al. (2000): *Vet. Rec.*, **147**(3), 65-68.
- [181] Harmon, B. G., Doyle, M. P., Brown, C. A. et al. (1999): In Steward, C. S. and Flint, H. J. (ed): *E. coli* O157 in farm animals. CABI pub., p. 59-69.
- [182] Harmon, B. G., Brown, C. A., Tkalcic, Z. et al. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(6), 574-579.
- [183] Akiba, M., Sameshima, T. and Nakazawa, M. (2000): *FEMS Microbiol. Lett.* **184**(1), 79-83.
- [184] Tkalcic, Z., Brown, C. A., Harmon, B. G. et al. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(10), 1630-1635.
- [185] Sanderson, M. W., Besser, T. E. and Gav, J. M. et al. (1999): *Vet. Microbiol.*, **69**(3), 199-205.
- [186] Cray, W. C., Casey, T. A., Bosworth, B. T. et al. (1998): *Appl. Environ. Microbiol.*, **64**(5), 1975-1979.
- [187] 秋庭正人, 鮫島俊哉, 宮沢 博ほか (1999): *感染症学誌*, **73**(10), 1082-1083.
- [188] 中澤宗生, 鮫島俊哉 (2002): *感染症学誌*, **76**(1), 76-77.
- [189] Magnuson, B. A., Davis, M., Huzanna, S. et al. (2000): *Infect. Immun.*, **68**(7), 3808-3814.
- [190] Brown, C. A., Harmon, B. G., Zhao, T. et al. (1997): *Appl. Environ. Microbiol.*, **63**(1), 27-32.
- [191] Zhao, T., Doyle, M. P., Harmon, B. G. et al. (1998): *J. Clin. Microbiol.*, **36**(3), 641-647.
- [192] Price, S. B., Cheng, C. M., Kaspar, C. W. et al. (2000): *Appl. Environ. Microbiol.*, **66**(2), 632-637.
- [193] Ohoya, T. and Ito, H. (1999): *J. Vet. Med. Sci.*, **61**(10), 1187-1189.
- [194] Shere, J. A., Kaspar, C. W., Bartlett, K. J. et al. (2002): *Appl. Environ. Microbiol.*, **68**(4), 1947-1954.
- [195] Zhao, T., Tkalcic, S., Doyle, M. P. et al. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(6), 924-930.
- [196] Tkalcic, S., Zhao, T., Harmon, B. G. et al. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(7), 1184-1189.
- [197] Booher, S. and Cornick, N. and Moon, H. (2002): *Vet. Microbiol.*, **89**(1), 69-81.
- [198] Cornick, N. A., Matisse, I., Samuei, J. E. et al. (2000): *J. Infect. Dis.*, **181**(1), 242-251.
- [199] Cornick, N. A., Booher, S. L., Casey, T. A. et al. (2000): *Appl. Environ. Microbiol.*, **66**(11), 4926-4934.
- [200] Kudva, I. T., Hunt, C. W., Willams, C. J. et al. (1997): *Appl. Environ. Microbiol.*, **63**(10), 3878-3886.
- [201] Asakura, H., Makino, S., Shirahata, S. et al. (1998): *Microbiol. Immunol.*, **2**(10), 683-688.
- [202] Kudva, I. T., Hatfield, P. G. and Hovde, C. J. (1995): *Appl. Environ. Microbiol.*, **61**(4), 1363-1370.
- [203] Kim, S., Asakura, H., Kuri, A. et al. (2002): *J. Vet. Med. Sci.*, **64**(10), 927-931.
- [204] Edrington, T. S., Callaway, T. R., Bischoff, K. M. et al. (2003): *J. Anim. Sci.*, **81**(2), 553-560.
- [205] Cookson, A. L., Wales, A. D., Roe, J. M. et al. (2002): *J. Med. Microbiol.*, **51**(12), 1032-1040.
- [206] Wales, A. D., Clifton-Hadley, F. A., Cookson, A. L. et al. (2001): *Vet. Record*, **148**(20), 630-631.
- [207] Schoeni, J. L. and Doyle, M. P. (1994): *Appl. Environ. Microbiol.*, **60**(8), 2958-2962.
- [208] Stavric, S., Buchanan, B. and Gleeson, T. M. (1993): *J. Appl. Bacteriol.*, **74**(5), 557-563.
- [209] Beat, A., La Ragione, R. M., Cooley, W. A. et al. (2003): *Vet. Microbiol.*, **93**(3), 207-222.
- [210] Cizek, A., Literak, I. and Scheer, P. (2000): *Lett. Appl. Microbiol.*, **31**(5), 349-352.
- [211] Fischer, J. R., Zhao, T., Doyle, M. P. et al. (2001): *Appl. Environ. Microbiol.*, **67**(3), 1218-1224.
- [212] Kurioka, T., Yunou, Y. and Kita, E. (1998): *Infect. Immun.*, **66**(4), 1726-1734.
- [213] Lindgren, S. W., Melton, A. R. and O'Brien, A. D. (1993): *Infect. Immun.*, **61**(9), 3832-3842.
- [214] Uhlich, G. A., Keen, J. E. and Elder, R. O. (2002): *Infect. Immun.*, **70**(1), 395-399.
- [215] Nagano, K., Sugisaki, T., Taguchi, K. et al. (2003): *J. Pharmacol. Sci.*, **91**(3), 219-228.

- [216] McClure, P. J. and Hall, S. (2000): *J. Appl. Microbiol.*, **88** (Suppl.), 61S-70S.
- [217] 伊藤 武 (1997) : 獣医畜産新報, **50**(3), 246-249.
- [218] Maule, A. (2000): *J. Appl. Microbiol.*, **88** (Suppl.), 71S-78S.
- [219] Palumbo, S. A., Call, J. E., Schultz, F. J. et al. (1995): *J. Food Prot.*, **58**(4), 352-356.
- [220] Ferenc, J., Oliver, J., Witkowski, R. et al.(2000): *J. Food Prot.*, **63**(9), 1173-1178.
- [221] Coleman, M. E., Tamplin, M. L., Phillips, J. G. et al. (2003) : *Int. J. Food Microbiol.*, **83**(2), 147-160.
- [222] Lazar, S. W., Almiron, M., Tormo, A. et al. (1998): *J. Bacteriol.*, **180**(21), 5704-5711.
- [223] Bolton, D. J., Byrne, C. M., Sheridan, J. J. et al. (1999): *J. Appl. Microbiol.*, **86**(3), 407-411.
- [224] Tamplin, M. L. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(10), 1535-1540.
- [225] Senne, M. M. and Gilliland, S. E. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(3), 418-425.
- [226] Brashars, M. M., Reilly, S. S. and Gilliland, S. E. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(2), 166-170.
- [227] Vold, L., Holck, A., Wasteson, Y. et al. (2000): *Int. J. Food Microbiol.*, **56**(2-3), 219-225.
- [228] Kang, D. H. and Fung, D. Y. C. (1999): *Lett. Appl. Microbiol.*, **29**(3), 206-210.
- [229] Heuvelink, A. E., Bleumink, B., Biggelaar, F. L. A. M. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(12), 1597-1601.
- [230] Massa, S., Goffredo, E., Altrieri, C. et al. (1999): *Lett. Appl. Microbiol.*, **28**(1), 89-92.
- [231] Wang, G., Zhao, T. and Doyle, M.(1997): *J. Food Prot.*, **60**(6), 610-613.
- [232] Palumbo, S. A., Pickard, A. and Call, J. E. (1997): *J. Food Prot.*, **60**(7), 746-750.
- [233] Guraya, R., Frank, J. F. and Hassan, A. N. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(9), 1098-1102.
- [234] Massa, S., Altieri, C., Quaranta, V. et al. (1997): *Lett. Appl. Microbiol.*, **24**(5), 347-350.
- [235] Hudson, L. M., Chen, J., Hill, A. R. et al. (1997): *J. Food Prot.*, **60**(8), 891-897.
- [236] Bachrouri, M., Quinto, E. J. and Mora, M. T. (2002): *J. Food Sci.*, **67**(5), 1899-1903.
- [237] Govaris, A., Koidis, P. and Papatheodorou, K. (2002): *J. Dairy Res.*, **69**(4), 655-660.
- [238] Dineen, S. S., Takeuchi, K., Soudah, J. E. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(12), 1602-1608.
- [239] McIngvale, S. C., Chen, X. Q., McKillip, J. L. et al. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(4), 441-444.
- [240] Reitsma, C. J. and Henning, D. R.(1996): *J. Food Prot.*, **59**(5), 460-464.
- [241] Glass, K. A., Kaufman, K. M. and Johnson, E. A. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(3), 290-294.
- [242] Govaris, A., Papageorgiou, D. K. and Papatheodorou, K. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(4), 609-615.
- [243] Ramsaran, H., Chen, J., Brunke, B. et al. (1998): *J. Dairy Sci.*, **81**(7), 1810-1817.
- [244] Leuschner, R. G. K. and Boughtflower, M. P. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(3), 508-514.
- [245] Saad, S. M., Vanzin, C., Oliveira, M. N. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(8), 1151-1155.
- [246] Nissen, H., Maugesten, T., Lea, P. et al. (2001): *Meat Science*, **57**(3), 291-298.
- [247] Walls, I. and Scott, V. N. (1996): *J. Food Prot.*, **59**(12), 1331-1335.
- [248] Uyttendaele, M., Jozwik, E., Tutenel, A. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(11), 1661-1666.
- [249] Berry, E. D. and Koohmaraie, M. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(8), 1138-1144.
- [250] Barkocy-Gallagher, G. A., Kang, D. H. and Koohmaraie, M. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(7), 1106-1109.
- [251] Hooper-Kinder, C. A., Davidson, P. M. and Duckett, S. K. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(1), 196-198.
- [252] Cutter, C. N. and River-Betancourt, M. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(10), 1326-1332.
- [253] Mustapha, A., Ariyapitipun, T. and Clarke, A. D. (2002): *J. Food Sci.*, **67**(1), 262-292.
- [254] Ansay, S. E., Darling, K. A. and Kaspar, C. W. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(11), 1243-1247.
- [255] Chikthimmah, N. and Knabel, S. J. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(7), 958-963.
- [256] Harrison, J. A., Harrison, M. A. and Rose, R. A. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(1), 11-13.
- [257] Faith, N. G., Coutour, N. S. L., Alvarenga, M. B. et al. (1998): *Int. J. Food Microbiol.*, **41**(3), 213-221.
- [258] Calicioglu, M., Sofos, J. N., Samelis, J. et al. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(9), 1394-1405.
- [259] Ryu, J. H., Deng, Y. and Beuchat, L. R. (1999): *Food Microbiol.*, **16**(3), 309-316.
- [260] Deng, Y., Ryu, J. H. and Beuchat, L. R. (1998): *Int. Food Microbiol.*, **45**(3), 173-184.
- [261] Leyer, G. J., Wang, L. and Johnson, E. A. (1995): *Appl. Environ. Microbiol.*, **61**(10), 3752-3755.
- [262] Clavero, M. R. and Beuchat, L. R. (1996): *Appl. Environ. Microbiol.*, **62**(8), 2735-2740.
- [263] Faith, N. G., Parniere, N., Larson, T. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(4), 377-382.
- [264] Hoomstra, E. and Notermans, S. (2001): *Int. J. Food*

- Microbiol., **66**(1-2), 21-29.
- [265] Glass, K. A., Loeffelholz, J. M., Ford, J. P. et al. (1992): *Appl. Environ. Microbiol.*, **58**(8), 2513-2516.
- [266] Calicioglu, M., Faith, N. G., Buege, D. R. et al. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(10), 1541-1544.
- [267] Reynolds, A. E., Harrison, M. A., Rose-Morrow, R. et al. (2001): *J. Food Sci.*, **66**(9), 1373-1379.
- [268] Ng, W. F., Langlois, E. L. and Moody, W. G. (1997): *J. Food Prot.*, **60**(12), 1541-1547.
- [269] Yang, S. E. and Chou, C. C. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(7), 907-911.
- [270] Janes, M. E., Cobbs, T., Kooshesh, S. et al. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(7), 1075-1080.
- [271] Linton, M., McClements, J. M. and Patterson, M. F. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(9), 1038-1040.
- [272] Reinders, R. D., Biesterveld, S. and Bijker, P. G. (2001): *J. Food Prot.*, **67**(6), 2863-2866.
- [273] Oyarzabal, O. A., Nogueira, M. C. L. and Gombas, D. E. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(9), 1595-1598.
- [274] Dingman, D. W. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(6), 567-573.
- [275] Zhao, T., Doyle, M. P. and Besser, R. E. (1993): *Appl. Environ. Microbiol.*, **59**(8), 2526-2530.
- [276] Semanchek, J. J. and Golden, D. A. (1996): *J. Food Prot.*, **59**(12), 1256-1259.
- [277] Roering, A. M., Luchansky, J. B., Ansay, A. M. et al. (1999): *Int. J. Food Microbiol.*, **46**(3), 263-269.
- [278] Silk, T. M. and Donnelly, C. W. (1997): *J. Food Prot.*, **60**(12), 1483-1486.
- [279] Fisher, T. L. and Golden, D. A. (1999): *J. Food Sci.*, **63**(5), 904-906.
- [280] Skandamis, P. N. and Nychas, G. J. E. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(7), 1166-1175.
- [281] 円谷悦造, 浅井美都, 辻畑茂朝ほか (1997): *感染症学誌*, **71**(5), 443-450.
- [282] Entani, E., Asai, M., Tsujishima, S. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(8), 953-959.
- [283] Masuda, S., Hara-Kudo, Y. and Kumagai, S. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(6), 657-661.
- [284] Estrada-Munoz, R., Boyle, E.A.E. and Marsden, J. L. (1998): *J. Food Sci.*, **63**(1), 150-153.
- [285] Mayerhauser, C. M. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(6), 783-787.
- [286] Rhee, M., Dougherty, R. H. and Kang, D. H. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(10), 1632-1636.
- [287] Rhee, M. S., Lee, S. Y., Dougherty, R. H. et al. (2003): *Appl. Environ. Microbiol.*, **69**(5), 2959-2963.
- [288] Weagant, S. D., Bryant, J. L. and Bark, D. H. (1994): *J. Food Prot.*, **57**(7), 629-631.
- [289] Hathcox, A. K., Beuchat, L. R. and Doyle, M. P. (1995): *Appl. Environ. Microbiol.*, **61**(12), 4172-4177.
- [290] Erickson, J. P., Stamer, J. W., Hayes, M. et al. (1995): *J. Food Prot.*, **58**(10), 1059-1064.
- [291] Raghubeer, E. V., Michael, J. S. K., Campbell, M. L. et al. (1995): *J. Food Prot.*, **58**(1), 13-18.
- [292] Holliday, S. L. and Beuchat, L. R. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(4), 549-558.
- [293] Abdul-Raouf, U. M., Beuchat, L. R. and Ammar, M. S. (1993): *Appl. Environ. Microbiol.*, **59**(7), 1999-2006.
- [294] Li, Y., Brackett, R. E., Chen, J. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(3), 305-309.
- [295] Francis, G. A. and O'Beine, D. (2001): *J. Ind. Microbiol.*, **27**(2), 111-116.
- [296] Wu, F. M., Beuchat, L. R., Doyle, M. P. et al. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(5), 845-847.
- [297] Ohsone, M., Kaneko, K., Hayashidani, H. et al. (1999): *J. Food Hyg. Soc. Japan*, **40**(4), 297-303.
- [298] Richerd, K. J., Albrecht, J. A., Bulleman, L. B. et al. (2000): *Dairy Food and Environ. Sanitation*, **20**(1), 24-28.
- [299] Skandamis, P. and Nychas, G. J. (2000): *Appl. Environ. Microbiol.*, **66**(4), 1646-1653.
- [300] Knudsen, D. M., Yamamoto, S. A. and Harris, L. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(10), 1483-1488.
- [301] Riordan, D. C. R., Sapers, G. M. and Annous, B. A. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(12), 1637-1642.
- [302] Gunes, G. G. and Hotchkiss, J. H. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(10), 1641-1645.
- [303] Rosario, B. A. and Beuchat, L. R. (1995): *J. Food Prot.*, **58**(1), 105-107.
- [304] Marques, P. A., Worcman-Barninka, D., Lannes, S. C. S. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(11), 1674-1678.
- [305] Charkowski, A. O., Barak, J. D., Sarreal, C. Z. et al. (2002): *Appl. Environ. Microbiol.*, **68**(6), 3114-3120.
- [306] Taormina, P. J. and Beuchat, L. R. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(8), 850-856.
- [307] Wu, F. M., Beuchat, L. R., Wells, J. G. et al. (2001): *Int. J. Food Microbiol.*, **71**(1), 93-99.
- [308] Stewart, D., Reineke, K., Ulaszek, J. et al. (2001): *Lett. Appl. Microbiol.*, **33**(2), 95-99.
- [309] Castro-Rosas, J. and Escartin, E. E. (2000): *J. Food Sci.*, **65**(1), 162-165.
- [310] Cooley, M.B., Miller, W. G. and Mandrell, R. E. (2003): *Appl. Environ. Microbiol.*, **69**(8), 4915-4926.
- [311] Hara-Kudo, Y., Konuma, H., Iwaki, M. et al. (1997): *J. Food Prot.*, **60**(9), 1125-1127.
- [312] 上田成子, 桑原祥浩 (1999): *防菌防黴*, **27**(6),

- 369-375.
- [313] 上野信広, 吉國謙一郎, 本田俊郎ほか (2002): 鹿児島県環境保健センター所報, **3**, 97-101.
- [314] Wallace, J. S.(1999): In Stewart, C. S. and Flint, H. J. (ed): *E. coli* O157 in farm animals. CABI pub., p. 195-223.
- [315] Winfield, M. D. and Groisman, E. A. (2003): *Appl. Environ. Microbiol.*, **69**(7), 3687-3694.
- [316] Muniesa, M., Lucena, F. and Jofre, J. (1999): *Appl. Environ. Microbiol.*, **65**(12), 5615-5618.
- [317] Muniesa, M. and Jofre, J. (1998): *Appl. Environ. Microbiol.*, **64**(7), 2443-2448.
- [318] Muniesa, M. and Jofre, J. (2000): *FEMS Microbiol. Lett.*, **183**(1), 197-200.
- [319] Kurokawa, K., Tani, K., Ogawa, M. et al. (1999): *Lett. Appl. Microbiol.*, **28**(5), 405-410.
- [320] Tanji, Y., Mizoguchi, K., Yoichi, M. et al. (2003): *Water Res.*, **37**(5), 1136-1142.
- [321] Tanji, Y., Mizoguchi, K., Akitsu, T. et al. (2002): *Water Sci. Technol.*, **46**(11-12), 285-289.
- [322] Rajkowski, K. T. and Rice, E. W. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(7), 731-734.
- [323] 南部敏博, 所 光男 (1998): 岐阜県保健環境研究所報, **6**, 19-21.
- [324] Takeda, S., Kitahara, S. and Iwahori, K. (2000): *J. Wat. Treat. Biol.*, **36**(1), 1-7.
- [325] Kaneko, M., Nambu, T. and Tokoro, M. (2001): *Water Sci. Technol.*, **43**(12), 191-193.
- [326] Hepburn, N. F., MacRae, M. and Ogden, I. D. (2002): *Lett. Appl. Microbiol.*, **35**(3), 233-236.
- [327] Sata, S., Osawa, R. and Asai, Y. et al. (1999): *Microbiol. Immun.*, **43**(3), 217-227.
- [328] 木暮一啓, 池本栄子 (1997): 日本細菌学雑誌, **52**(3), 601-607.
- [329] 尾藤朋子, 大屋日登美 (1997): 生活と環境, **42**(4), 20-35.
- [330] Wang, G. and Doyle, M. P. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(6), 662-667.
- [331] 伊藤 武, 甲斐明美 (1997): 食衛誌, **38**(5), 275-285.
- [332] 正木宏幸, 徳丸雅一, 板屋民子ほか (1992): 食品と微生物, **9**(1), 51-57.
- [333] 石村勝之, 高垣紀子, 橋渡佳子ら (1999): 広島市衛研年報, **18**, 49-52.
- [334] Artz, R. R. E. and Killham, K. (2002): *FEMS Microbiol. Lett.*, **216**(1), 117-122.
- [335] Ritchie, J. M., Campbell, G. R., Shepherd, J. et al. (2003): *Appl. Environ. Microbiol.*, **69**(6), 3359-3367.
- [336] Kaysner, C. A., Jinneman, K. C., Trost, P. A. et al. (1999): p.383. Abstr. 94th Gen. Meet. Am. Soc. Microbiol. 1994. American Society for Microbiology Washington, D.C.
- [337] 河本秀一, 石村勝之, 高垣紀子ら (1997): 広島市衛研年報, **17**, 37-42.
- [338] Rigsbee, W., Simpson, L. M. and Oliver, J. D. (1997): *J. Food Safety*, **16**(4), 255-262.
- [339] Miyagi, K., Omura, K., Ogawa, A. et al. (2001): *Epidemiol. Infect.*, **126**(1), 129-133.
- [340] Rice, E. W. and Johnson, C. H. (2000): *J. Dairy Sci.*, **83**(9), 2021-2023.
- [341] Rice, E. W., Johnson, C. H., Wild, D. K. et al. (1992): *Lett. Appl. Microbiol.*, **15**(1), 38-40.
- [342] Warburton, D. W., Austin, J. W., Harrison, B. H. et al. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(8), 948-952.
- [343] Kerr, M., Fitzgerald, M., Sheridan, J. J. et al. (1999): *J. Appl. Microbiol.*, **87**(6), 833-841.
- [344] Kolling, G. and Matthews, K. R. (2001): *Appl. Environ. Microbiol.* **67**(9), 3928-3933.
- [345] Hara-Kudo, Y., Miyahara, M. and Kumagai, S. (2000): *Appl. Environ. Microbiol.*, **66**(12), 5540-5543.
- [346] LeJeune, J. T., Besser, T. E., Merrill, N. L. et al. (2001): *J. Dairy Sci.*, **84**(8), 1856-1862.
- [347] McGee, P., Bolton, D. J., Sheridan, J. J. et al. (2002): *J. Appl. Microbiol.*, **93**(4), 706-713.
- [348] Cheville, A. M., Arnold, K. W., Buchrieser, C. et al. (1996): *Appl. Environ. Microbiol.*, **62**(5), 1822-1824.
- [349] Whiting, R. C. and Golden, M. H. (2002): *Int. J. Food Microbiol.*, **75**(1-2), 127-133.
- [350] Grzadzowska, D. and Griffiths, M. W. (2001): *J. Food Sci.*, **66**(8), 1169-1173.
- [351] Moncrief, C. J. F., Bloom, P. R., Hansen, N. C. et al. (2002): Minnesota Planning Products: Environmental Quality Board. p. 1-109.
[http://www.eqb.state.mn.us/geis/TWP_Soil.pdf]
- [352] Guan, T. Y. and Holley, R. A. (2003): *J. Environ. Qual.*, **32**(2), 383-392.
- [353] Himathongkham, S., Bahari, S., Riemann, H. et al. (1999): *FEMS Microbiol.*, **178**(2), 251-257.
- [354] Barker, J., Humphrey, T. J., Brown, M. W. R. et al. (1999): *FEMS Microbiol. Lett.*, **173**(2), 291-295.
- [355] Kudva, I. T., Blanch, K., Hovde, C. J. (1998): *Appl. Environ. Microbiol.* **64**(9), 3166-3174.
- [356] Lung, A. J., Lin, C. M., Marshall, M. R. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(9), 1309-1314.
- [357] McEvoy, J. M., Doherty, A. M., Sheridan, J. J. et al. (2001): *J. Food Prot.*, **64**(11), 1655-1660.

- [358] Wang, G., Zhao, T. and Doyle, M. P. (1996): *Appl. Environ. Microbiol.*, **62**(7), 2567-2570.
- [359] Fukushima, H., Hoshina, K. and Gomyoda, M. (1999): *Appl. Environ. Microbiol.*, **65**(11), 5177-5181.
- [360] McGee, P., Bolton, D. J., Sheridan, J. J. et al. (2001): *Lett. Appl. Microbiol.*, **32**(3), 152-155.
- [361] Himathongkham, S. and Riemann, H. (1999): *FEMS Microbiol.*, **171**(2), 179-182.
- [362] Himathongkham, S., Riemann, H., Bahari, S. et al. (2000): *Avian, Dis.*, **44**(4), 853-860.
- [363] Campbell, G. R., Prosser, J., Glover, A. et al. (2001): *J. Appl. Microbiol.*, **91**(6), 1004-1010.
- [364] Gagliardi, J. V. and Kams, J. S. (2002): *Environ. Microbiol.*, **4**(2), 89-96.
- [365] Gagliardi, J. V. and Kams, J. S. (2002): *Appl. Environ. Microbiol.*, **66**(3), 877-883.
- [366] Fenlon, D. R., Ogden, I. D., Vinten, A. et al. (2000): *J. Appl. Microbiol. Symp. Suppl.*, **88** (Suppl.), 49S-156S.
- [367] Mubiru, D. N., Coyne, M. S. and Grove, J. H. (2000): *J. Environ. Qual.*, **29**(6), 1821-1825.
- [368] Jiang, X., Morgan, J. and Doyle, M. P. (2002): *Appl. Environ. Microbiol.*, **68**(5), 2605-2609.
- [369] Jiang, X., Morgan, J. and Doyle, M. P. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(1), 25-30.
- [370] Ogden, I. D., Hepburn, N. F., MacRae, M. et al. (2002): *Lett. Appl. Microbiol.*, **34**(2), 100-104.
- [371] Santamaria, J. and Toranzos, G. A. (2003): *Int. Microbiol.*, **6**(1), 5-9.
- [372] Bearson, S., Bearson, B. and Foster, J. W. (1997): *FEMS Microbiol. Lett.*, **147**(2), 173-180.
- [373] Choi, S. H., Baumler, D. J. and Kaspar, C. W. (2000): *Appl. Environ. Microbiol.*, **66**(9), 3911-3916.
- [374] Jordan, K. N., Oxford, L. and O'Byrne, C. P. (1999): *Appl. Environ. Microbiol.*, **65**(7), 3048-3055.
- [375] Ferreira, A., Rendano, L., Wiedmann, M. et al. (1999): *J. Appl. Microbiol.*, **86**(2), 295-301.
- [376] Ferguson, G. P., Creighton, R. I., Nikolaev, Y. et al. (1998): *J. Bacteriol.*, **180**(5), 1030-1036.
- [377] Schellhorn, H. E., Audia, J. P., Wei, L. I. C. et al. (1998): *J. Bacteriol.*, **180**(23), 6283-6291.
- [378] Carren, D. M., Harrison, M. A. and Russell, S. M. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(2), 158-161.
- [379] Smittle, R. B. (2000): *J. Food Prot.*, **63**(8), 1144-1153.
- [380] Buchanan, R. L. and Edelson, S. G. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(3), 211-218.
- [381] Takumi, K., Jonge, R. and Havelaar, A. (2000): *J. Appl. Microbiol.*, **89** (Suppl.), 935-943.
- [382] Ujias, H. E., Ingham, S. C. (1998): *J. Food Prot.*, **61**(8), 939-947.
- [383] Arnold, K. W. and Kaspar, C. W. (1995): *Appl. Environ. Microbiol.*, **6**(5), 2037-2039.
- [384] McKellar, R. C. and Knight, K. P. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(12), 1466-1469.
- [385] Jiang, X., Doyle, M. P. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(7), 805-807.
- [386] Iijima, Y., Matumoto, M., Higuchi, K. et al. (1998): *Emerg. Infect. Dis.*, **4**(2), 340-341.
- [387] Avery, S. M. and Buncic, S. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(5), 780-786.
- [388] Small, A., Reid, C. A. and Buncic, S. (2003): *J. Food Prot.*, **66**(9), 1570-1575.
- [389] Ak, N. O., Cliver, D. O. and Kaspar, C. W. (1994): *J. Food Prot.*, **57**(1), 16-22.
- [390] 坂口武洋, 坂口早苗 (2000) : *日本公衛誌*, **47**(5), 404-410.
- [391] Taormina, P. J. and Beuchat, L. R. (1999): *J. Food Prot.*, **62**(4), 318-324.
- [392] Beuchat, L. R. and Scouten, A. J. (2002): *J. Appl. Microbiol.*, **92**(3), 382-395.
- [393] Park, C. M. and Beuchat, L. R. (2000) : *Lett. Appl. Microbiol.*, **31**(5), 364-367.
- [394] Fenlon, D. R. and Wilson, J. (2000): *Lett. Appl. Microbiol.*, **30**(2), 118-121.
- [395] Byrne, C. M., O'Kiely, P., Bolton, D. J. et al. (2002): *J. Food Prot.*, **65**(12), 1854-1860.