

総説

野生動物の食用利用と人獣共通感染症

壁谷英則[†] 佐藤真伍 丸山総一

日本大学生物資源科学部 (〒252-0880 藤沢市亀井野 1866)

Use of Wild Animals for Food and Their Potential as a Source for Zoonosis

Hidenori KABEYA[†], Shingo SATO and Soichi MARUYAMA

*Department of Veterinary Medicine, College of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa, 252-0880, Japan

現在わが国では、猪や鹿といった野生動物の生息数が大幅に増加し、農作物への甚大な被害や自然生態系への影響などが、大きな社会問題となっている。特に農作物への被害は深刻で、2012年度の農林水産省の報告では、猪、鹿による被害額は、それぞれ62億円及び82億円に達すると報告されている。増えすぎた野生動物の対策として、わが国の広い範囲で多くの自治体が管理捕獲を実施している。2013年度の環境省の統計では、45.2万頭の猪並びに51.3万頭の鹿がそれぞれ捕獲されている(図)。さらに2014年には、「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律」が「鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律」に改正され、より効果的に鳥獣の管理を図るための措置と鳥獣の生息状況の適正化が進められている。

捕獲された野生鳥獣を有効に活用する方法として、食肉として利用する試みが各地で進められるようになり、従来、狩猟者やその家族などの限られた人の間で消費されていた野生鳥獣肉が、一般の人達にも身近な存在となってきた。また、一部の地域では、猪や鹿の捕獲後に狩猟者が素手でこれらの動物を解体し、生あるいは生に近い状態で肉や肝臓等を喫食することが慣例的に行われている。このような状況下において、捕獲から食肉処理、喫食といった一連の過程で、野生鳥獣の血液や肉などを介して、人が各種病原体に感染する可能性が危惧される。実際に、国内外において、鹿や猪の肉が原因となった腸管出血性大腸菌、サルモネラ、E型肝炎ウイルス等による食中毒事例が報告されている(表)。しかしながら、これまでに猪や鹿について、各種人獣共通感染症の

感染源となるリスク評価は、必ずしも十分には行われていないのが現状である。

本総説では、猪や鹿から人に感染する可能性のある人獣共通感染症の一部について、過去に発生した事例やこれらの動物の各種病原体保有状況について解説する。

1 志賀毒素産生大腸菌

反芻獣は他の動物に比べて、特に志賀毒素産生大腸菌(Shiga toxin-producing *Escherichia coli*: STEC)を高率に保菌していることが報告されている。Ishiiら[1]は、人を含むさまざまな動物から分離した大腸菌1,531株の各種病原因子の解析から、31株(2%)がSTECであったことを報告している。その分離株を由来別にみると、羊、山羊、鹿や豚から高率にSTECが検出されたが、他の動物(犬、猫、馬など)からはまったく検出されていない。同様に、ドイツ・ベルリンの健康な家畜やペットなどの動物720頭について、STECの保菌状況を検討した研究では、羊で66.6%、続いて山羊で56.1%、牛で21.1%と、いずれも反芻獣で高い保菌率を示したのに対し、猫で13.8%、犬では4.8%であった[2]。世界各地の肥育牛におけるO157 STEC(以下「O157」と記す。)の保菌率は、0.2~48.8%とさまざまである[3]。以上のことから、反芻獣はSTECを高率に保菌し、人への重要な感染源動物であると考えられており、鹿も、STECを高率に保菌している可能性が考えられる。米国[4-6]、スペイン[7]の各種野生鹿を対象とした研究では、鹿のO157の保菌率は、0~2.4%と牛に比べて低い[4-7]。しかしながら、わが国や諸外国では、鹿由

[†] 連絡責任者：壁谷英則(日本大学生物資源科学部獣医学科獣医公衆衛生学研究室)

〒252-0880 藤沢市亀井野 1866 ☎・FAX 0466-84-3377 E-mail: kabeya.hidenori@nihon-u.ac.jp

[†] Correspondence to: Hidenori KABEYA (Laboratory of Veterinary Public Health, Department of Veterinary Medicine, College of Bioresource Sciences, Nihon University) 1866 Kameino, Fujisawa, 252-0880, Japan TEL・FAX 0466-84-3377 E-mail: kabeya.hidenori@nihon-u.ac.jp

野生動物の食用利用と人獣共通感染症

表 わが国及び諸外国で発生した野生鳥獣肉由来食肉を原因とした食中毒の報告事例

病原体	発生または報告された年	国	原因	事例	参考文献
腸管出血性大腸菌	1997年	日本（山形県）	鹿肉	冷凍保存していた鹿肉を生食した4名（53歳男性，14歳，8歳女児，8歳男児）と無症状2名がO157に感染.	[10]
	2001年	日本（大分県）	鹿肉	3名	[18]
	1995年	米国（オレゴン州）	鹿肉	鹿肉のジャーキーを食べて5名がO157に感染.	[9]
	2002年	米国（コネチカット州）	鹿肉	加熱不十分の鹿肉を食べた7歳男児がO157に感染.	[11]
	2007年	米国（ミズーリ州）	鹿肉	鹿肉ソーセージを食べて5名がO157に感染. うち，2名（3歳，5歳女児）はHUSを発症.	[8]
	2009年	日本（茨城県）	鹿肉	1名	[18]
Salmonella	1987年	日本（長崎県）	鹿肉	冷凍保存していた鹿肉を生食した32名のうち28名が，下痢，発熱，腹痛などを発症.	[27]
	2012年（報告）	米国（ハワイ州）	鹿肉	鹿肉の刺身を喫食した65歳の男性が下痢，嘔吐，発熱を発症.	[28]
E型肝炎ウイルス	2003年	日本（兵庫県）	鹿肉	冷凍保存していた鹿肉を生食した4名が急性肝炎を発症.	[35]
	2003年	日本（鳥取県）	猪肉	猪の肝臓を生食した2人が急性劇症肝炎を発症し，1人が死亡.	[36]
	2003年	日本（長崎県）	鹿肉	バーベキューで猪肉を喫食した12人中8人がHEVに感染し，5人が発症.	[37]
	2005年	日本（福岡）	猪肉	鍋物，及び焼肉にして喫食した1名（50代女性）が急性肝炎を発症.	[18]
	2012年（報告）	韓国	鹿肉	鹿肉を生食した1名（43歳男性）が急性肝炎を発症.	[38]

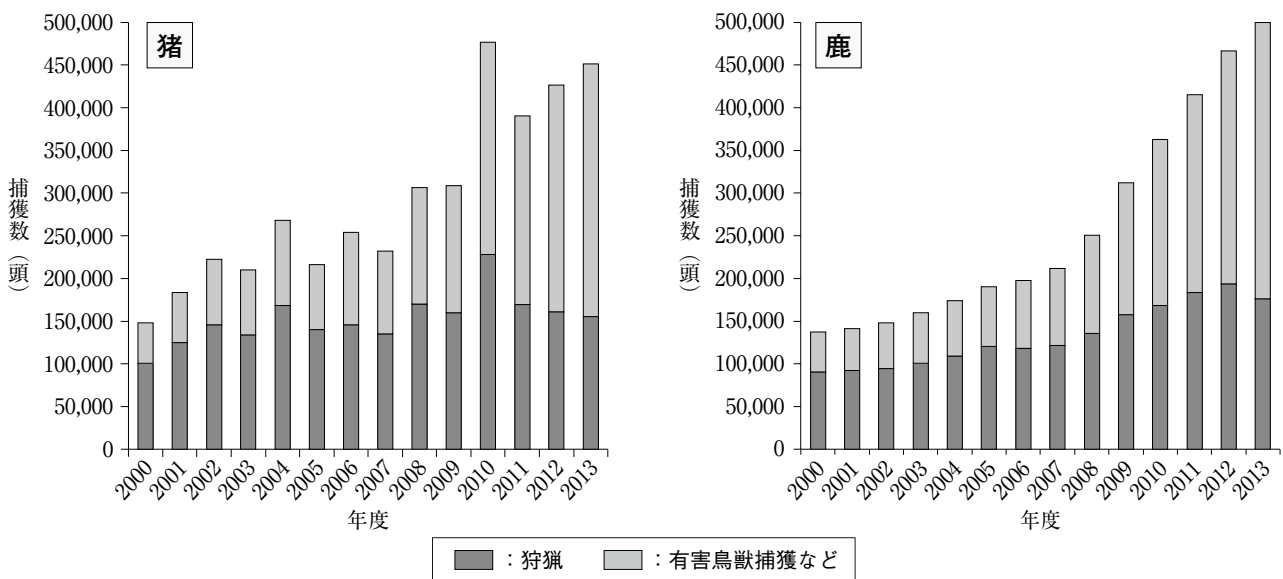


図 わが国の狩猟及び有害捕獲等による猪と鹿の捕獲頭数の推移

2000～2013年度におけるわが国で捕獲された猪と鹿の頭数を、「狩猟」，及び「有害鳥獣捕獲など」別に示す。環境省・自然環境局調べ。「有害鳥獣捕獲など」には，環境大臣，都道府県知事，市町村長による鳥獣害捕獲許可のうち，「有害鳥獣捕獲」，及び「特定鳥獣保護管理計画に基づく数の調整」を含む。

来のO157による感染事例も報告 [8-11] されていることから，今後，さらに広範囲かつ継続的な疫学調査，並びに分離株の人に対する病原性解析などの検討が必要である。

一方，血清型O157以外のSTEC (non-O157 STEC；

以下「non-O157」と記す。)の保菌率は，5.0～33.3%と，O157に比べて高い [12, 13]。Asakuraら [14] は，1997年6～7月に北海道で採取した鹿の糞便43検体から，7株のnon-O157を分離しており，分離株の中には，志賀毒素遺伝子を保有し，実際に毒素産生能を有する株

が含まれていたことを確認している。この時分離された鹿由来 non-O157 の株の中には、志賀毒素以外にも、腸管上皮細胞への定着に関与するインチミン遺伝子 (*eae*) や溶血に関わるエンテロヘモリシン遺伝子 (*hlyA*) といった病原因子を保有している株が存在していた [14]。米国では、実際に、鹿肉を原因とした non-O157 による集団食中毒事例も発生していることから、今後、わが国でも鹿由来 non-O157 について、早急にリスク評価をする必要があると思われる [15]。

Diaz-Sanchez ら [16] は、野生鹿における STEC の保菌状況を、捕獲地域、性、年齢などの項目別に検討したところ、「家畜との接点がある個体」ほど、さらに「鹿の生息密度が高い地域で捕獲された個体」ほど、STEC が高率に分離されることを明らかとした。さらに、Singh ら [17] は、米国・ミシガン州の限定した地区に生息する野生鹿と、同地域で飼育されている牛から分離された STEC 分離株の遺伝子性状を解析した結果、鹿由来株と牛由来株で遺伝子性状がきわめて類似していたことから、野生鹿と牛との間で、STEC が伝播している可能性を示唆している。

これまでに鹿肉が原因となった O157 の食中毒事例は、わが国でも散発的に発生している。1996 年 11 月に北海道で狩猟され、冷凍保存されていた鹿肉を翌年 1 月に生食した山形県内の 8 歳女児が、血便を発症し、その便からは O157 が分離されている [10]。さらに同じ鹿肉を食べた患者の姉 (14 歳女性)、53 歳男性、8 歳男児も O157 に感染した。この鹿肉を喫食した 11 名のうち、発症したのは 4 名のみであったが、患者と同じ鹿肉の刺身を喫食して、無症状であった 2 名の糞便からも O157 が検出されている。患者と喫食した鹿肉からそれぞれ分離された株の遺伝子性状が同じであったことから、O157 に汚染された鹿肉が原因となって発生したことが証明された。この他にも、2001 年には大分県、2009 年には茨城県でそれぞれ鹿肉を原因とした O157 による食中毒事例が発生している (食品安全委員会：ファクトシート (科学的知見に基づく概要書) ジビエを介した人獣共通感染症 (2014) (https://www.fsc.go.jp/sonota/factsheets/141209_gibier.pdf))。

米国では、1995 年に自家製の鹿肉ジャーキーが原因となった O157 による人の集団感染事例 [9] や、2007 年には、鹿肉のソーセージが原因で溶血性尿毒症症候群 (Hemolytic-Uremic Syndrome : HUS) を発症した事例 [8] がある。また、2002 年には、米国・コネチカット州では、加熱不十分の鹿肉を大量に喫食した 7 歳の少年が O157 による胃腸疾患症状を発症した [11]。食中毒の原因となった鹿は、患者の父親が米国・バーモント州で狩猟したもので、①腹部を狙撃された後、2 時間逃亡した後死亡し、②この父親が野外で解体したもので

あった。③鹿の腸管は銃弾により破裂しており、ほとんどの臓器は原形を留めていなかった。さらに④一晩鹿を屋外に吊るし、コネチカット州の自宅へ搬送した。⑤鹿を自宅に搬送した翌朝、剥皮し、鹿肉を切り分けて冷凍保存した。①～⑤の状況から、鹿が被弾後、破損した腸管内の O157 が鹿肉を汚染し、常温で保存中に増殖したことが原因であると考えられた。実際に、その後の検査により、当該少年の下痢便と残っていた鹿肉から、同じ遺伝子性状を示す O157 がそれぞれ分離されている。

鹿の糞便により汚染された農作物が原因となって発生した O157 による食中毒事例がある [18]。2011 年、米国・オレゴン州で 15 名の O157 による食中毒事例が発生し、このうち 4 名が HUS を発症し、2 名が死亡した。疫学調査の結果、O157 に汚染されたイチゴが原因で発生したことが疑われた。イチゴ農家から採取したさまざまな検体を検査した結果、鹿の糞便が混入した材料からのみ O157 が分離され、イチゴ農家から分離された株の遺伝子性状は、患者由来株と同じものであったことから、鹿の糞便に汚染されたイチゴが原因であることが判明した。実際に鹿がイチゴ畑に出現し、この農場内は鹿の糞便で汚染されていたことも確認されている。

2 *Campylobacter* 属菌

これまでの研究では、*Campylobacter* 属菌の保菌状況は、猪と鹿で大きく異なっている。Sasaki ら [19] の報告では、わが国の鹿 128 頭からは、*Campylobacter* 属菌はまったく検出されていない。同様に、カナダ (0/86) [20]、スペイン (0/295) [16] の鹿からも分離されていない。ノルウェーの鹿では、0.3% (1/324, 分離菌種は *C. jejuni*) [21]、及び 0.04% (1/2,243, 分離菌種は *C. hyointestinalis*) [22] と、きわめて低率ながら *Campylobacter* 属菌が分離されている。

一方、わが国の猪からは 121 頭中 53 頭 (43.8%) と、高率に *Campylobacter* 属菌が分離されている [19]。分離株のほとんどが、従来、豚から分離される *C. lanienae* や *C. hyointestinalis* であったが、1 検体からのみ *C. jejuni* が分離された。近年、*C. hyointestinalis* は、人の糞便からも分離されていることから、人へ病原性を有することが疑われている [23]。

Carbonero ら [24] は、スペイン南部に生息する野生偶蹄目動物を対象として、*Campylobacter* 属菌の保菌状況を検討したところ、アカシカでは 2.8% (5/179)、ダマシカでは 0% (0/45)、ムフロンでは 7.7% (1/13) から本属菌が分離されたのに対し、猪では 38.9% (49/126) から分離されたことを報告している。猪から分離された 49 株のうち、34 株 (69.4%) は、*C. lanienae* であったが、*C. jejuni* が 2 株 (4.1%)、*C. coli* も 8 株 (16.3%) 含まれていた。さらに、*Campylobacter* 属菌

が分離された猪の疫学要因を検討したところ、「猪の生息密度」と「人工の水場の存在」が高い保菌率に關与していることを明らかとしている。

3 *Salmonella* 属菌

Salmonella 属菌の保菌状況も、猪と鹿で大きく異なっている。わが国の野生鹿 128 頭について検討した報告 [19] では、*Salmonella* 属菌はまったく検出されなかった。ノルウェーでも 0% (0/611) [21]、米国・ネブラスカ州では 1.0% (5/500) [25]、スペインでは 0.3% (1/295) [16] と、野生鹿の *Salmonella* 属菌保菌率は低い。その一方で、鹿肉を原因とするサルモネラ食中毒事例が国内外で報告されている。わが国では、鹿肉を原因とする *Salmonella* Typhimurium による集団感染事例が昭和 62 年に記録されている [26]。鹿肉の刺身を喫食した 32 人中 28 人が発症し、下痢、発熱、腹痛といった典型的なサルモネラ食中毒の症状を呈している。この事例は、食肉処理業者によりと殺解体した後、冷凍保存されていた鹿肉を刺身として喫食したことが原因であった。2012 年には、米国・ハワイ州で 65 歳の男性が鹿肉の刺身を喫食して、下痢、嘔吐、発熱など、典型的なサルモネラ食中毒の症状を示した事例が報告 [27] されている。

これに対し、わが国の猪の *Salmonella* 属菌保菌率は 7.4% (9/121) と、鹿に比べると高率であることが示されている [19]。

4 *Toxoplasma gondii*

Matsumoto ら [28] は、群馬県で捕獲された猪や鹿の *Toxoplasma gondii* 感染を血清学的に検討した結果、猪で 6.3% (11/175)、鹿で 1.9% (2/107) の抗体陽性率であることを明らかにした。一方、北海道の鹿 120 頭を対象とした研究では、血清疫学調査に加え、脳組織を用いた PCR 法により *T. gondii* DNA の検索を実施したところ、いずれも陰性であった [29]。一方、海外の鹿の *T. gondii* 抗体陽性率は、中国では地域によって 8.4~15.5% [30]、米国では 22.5% [31] であったことがそれぞれ報告されている。

鹿肉を原因とした人への感染事例としては、2001 年に鹿肉が原因で、トキソプラズマ性脈絡網膜炎を引き起こしたと考えられた事例がある [32]。その他の鹿肉が関わった *T. gondii* 感染による健康被害については、ほとんど報告がない。その理由として、通常、健康な人であれば、妊婦の初感染を除き、特徴的な症状を示すことは少ないこと、また、鹿肉以外にも他の食肉の喫食や猫との接触など、通常の生活においても *T. gondii* との暴露機会が多いことが考えられる。実際にわが国の 4,466 名の妊婦を対象とした抗体調査では、10.3% が陽性で

あったことから、本原虫は広く環境中に分布していると思われる [33]。鹿肉による *T. gondii* 感染のリスクについては、今後これらの点を踏まえ、議論していく必要がある。

5 E 型肝炎

2003 年 4 月、兵庫県で野生鹿肉の生食を原因として E 型肝炎ウイルス (HEV) 感染事例が発生した。2 家族、4 人が急性肝炎を発症し、残っていた鹿肉から検出された HEV RNA と患者から分離された HEV RNA の塩基配列が一致したことから、鹿肉が原因となって発生した感染事例であったことが明らかとなった [34]。鳥取県では、同年に猪の肝臓を生食した 2 人が急性劇症肝炎を発症し、1 人が死亡している [35]。さらに同年、長崎県でも、バーベキューで猪肉を喫食した 12 人中 8 人が HEV に感染し、5 人が発症している [36]。2012 年には、韓国において、鹿肉を生食した 43 歳の男性が急性肝炎を発症した事例が報告 [37] されている。

わが国では、鹿や猪を原因とした HEV 感染事例が契機となって、全国各地で HEV 抗体並びに同 RNA の検出について調査されている。この成績では、猪と鹿では感染状況は大きく異なっている。Sato ら [38] は、2003 年から 2010 年にかけて、25 府県で捕獲した猪における HEV RNA の検出を試みた結果、血清の 2.2% (11/507)、肝臓の 3.4% (19/552) がそれぞれ陽性であったと報告している。Hara ら [39] は、山口県の猪の血清 4% (5/113) から HEV RNA を検出し、ELISA により、42% (47/113) が抗 HEV IgG 陽性であったことを示しており、猪には比較的高率に HEV が分布しているものと考えられている。これに対して、16 道県で捕獲された 976 頭の鹿血清、159 頭の肝臓、並びに 88 頭の糞便のいずれの検体からも HEV RNA は検出されていない [40]。また、抗 HEV IgG 陽性率も、わずか 2.6% (25/976) であった。

わが国では、猪や鹿以外にも、豚、マンガースから HEV RNA が検出されており、いずれも遺伝子型は 3 型あるいは 4 型であった [38, 41, 42]。しかしながら、近年、既存の遺伝子型に属さない、新たな遺伝子型の HEV が猪から検出されていることから、今後、これらの遺伝子型の人への感染についても注目していく必要があると思われる [43, 44]。

6 ベクター媒介性感染症

野生の猪や鹿には、ダニやシラミバエなどの吸血性節足動物が多数寄生していることから、これらの動物が各種のベクター媒介性病原体の重要なキャリアーとなる可能性が考えられている [45-48]。猪や鹿の生息数の増加に伴い、捕獲作業中や、これらの動物が人家周辺に出

没した際に、動物の体表に付着していたり、落下した吸血性節足動物が人に寄生することで、ベクター媒介性人獣共通感染症に罹患する危険性も増加していると考えられる。

わが国には、日本紅斑熱の病原体である *Rickettsia japonica* が分布している [49]。1998 年以前は、患者はおもに西日本の太平洋岸沿いで多くの事例が報告されていたが、その後、鳥根県、鳥取県や福井県など日本海側、さらに 2007 年には青森県でも発生がみられている [50]。鳥根県で捕獲された鹿の 92.7% (64/69) から、紅斑熱群リケッチアに対する抗体が検出されており、同県の鹿には広く紅斑熱群リケッチアの感染が広まっている可能性がある [51]。近年、わが国では、新しい紅斑熱群リケッチアである *R. helvetica* [52]、*R. heilongjiangensis* [53]、*R. tamurae* [54] による人の感染事例が報告されている。Inokuma ら [46] は、2004～2005 年にかけて北海道に生息する鹿の血液を用いて、nested-PCR により *Rickettsia* DNA の検出を試みたところ、7.8% (8/102) が陽性を示し、PCR 産物の塩基配列の解析の結果、8 検体すべてが、*R. helvetica* であったことから、鹿がこれらの紅斑熱群リケッチアの病原巣となっている可能性がある。

わが国では、厚生労働省により、全国的な猪や鹿を含む各種動物を対象として、重症熱性血小板減少症候群 (Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome : SFTS) ウイルスに対する抗体調査が、2013 年 [55]、2014 年 (森川 茂他 : 〈速報〉重症熱性血小板減少症候群 (SFTS) ウイルスの国内分布調査結果 (第二報)、病原微生物検出情報 (2013) (<http://www.nih.go.jp/niid/ja/id/2242-disease-based/sa/sfts/idsc/iasr-news/4428-pr4094.html>)), 2016 年 [56] に実施された。この調査では、福岡、熊本、宮崎、鹿児島、鳥根、広島、山口、徳島、愛媛、三重、滋賀、京都、兵庫、和歌山、長野、静岡、宮城で抗 SFTS ウイルス抗体が陽性の鹿が確認されている。2016 年 3 月に発表された第 3 回目の国内の SFTS ウイルス分布状況調査においても、鹿の抗 SFTS 抗体陽性率は全体で 24% であり、特に SFTS 患者が発生している地域における鹿の抗体陽性率 (37%) は、発生していない地域 (8.4%) と比べ、有意に高い傾向にある [56]。猪でも、熊本、鹿児島、徳島、香川、愛媛、高知、山口、広島で抗体を保有する個体が確認されている。SFTS 患者が発生した山口県の猪の抗体保有率は、8.6% (32/370) と、同県の鹿 (43.2% : 217/502) に比べて低い。

引用文献

[1] Ishii S, Meyer KP, Sadowsky MJ : Relationship between phylogenetic groups, genotypic clusters,

and virulence gene profiles of *Escherichia coli* strains from diverse human and animal sources, *Appl Environ Microbiol*, 73, 5703-5710 (2007)

- [2] Beutin L, Geier D, Steinruck H, Zimmermann S, Scheutz F : Prevalence and some properties of verotoxin (Shiga-like toxin)-producing *Escherichia coli* in seven different species of healthy domestic animals, *J Clin Microbiol*, 31, 2483-2488 (1993)
- [3] Pennington H : *Escherichia coli* O157, *Lancet*, 376, 1428-1435 (2010)
- [4] Dunn JR, Keen JE, Moreland D, Alex T : Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 in white-tailed deer from Louisiana, *J Wildl Dis*, 40, 361-365 (2004)
- [5] Renter DG, Sargeant JM, Hygnstorm SE, Hoffman JD, Gillespie JR : *Escherichia coli* O157:H7 in free-ranging deer in Nebraska, *J Wildl Dis*, 37, 755-760 (2001)
- [6] Sargeant JM, Hafer DJ, Gillespie JR, Oberst RD, Flood SJ : Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 in white-tailed deer sharing rangeland with cattle, *J Am Vet Med Assoc*, 215, 792-794 (1999)
- [7] Garcia-Sanchez A, Sanchez S, Rubio R, Pereira G, Alonso JM, Hermoso de Mendoza J, Rey J : Presence of Shiga toxin-producing *E. coli* O157:H7 in a survey of wild artiodactyls, *Vet Microbiol*, 121, 373-377 (2007)
- [8] Ahn CK, Russo AJ, Howell KR, Holt NJ, Sellenriek PL, Rothbaum RJ, Beck AM, Luebbering LJ, Tarr PI : Deer sausage: a newly identified vehicle of transmission of *Escherichia coli* O157:H7, *J Pediatr*, 155, 587-589 (2009)
- [9] Keene WE, Sazie E, Kok J, Rice DH, Hancock DD, Balan VK, Zhao T, Doyle MP : An outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections traced to jerky made from deer meat, *Jama*, 277, 1229-1231 (1997)
- [10] 大谷勝実 : 鹿肉の生食による腸管出血性大腸菌 (O157:H7) 感染事例について—山形県、病原微生物検出情報, 18, 84 (1997)
- [11] Rabatsky-Ehr T, Dingman D, Marcus R, Howard R, Kinney A, Mshar P : Deer meat as the source for a sporadic case of *Escherichia coli* O157:H7 infection, Connecticut, *Emerg Infect Dis*, 8, 525-527 (2002)
- [12] Pierard D, Van Damme L, Moriau L, Stevens D, Lauwers S : Virulence factors of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* isolated from raw meats, *Appl Environ Microbiol*, 63, 4585-4587 (1997)
- [13] Sanchez S, Garcia-Sanchez A, Martinez R, Blanco J, Blanco JE, Blanco M, Dahbi G, Mora A, Hermoso de Mendoza J, Alonso JM, Rey J : Detection and characterisation of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* other than *Escherichia coli* O157:H7 in wild ruminants, *Vet J*, 180, 384-388 (2009)
- [14] Asakura H, Makino S, Shirahata T, Tsukamoto T, Kurazono H, Ikeda T, Takeshi K : Detection and genetical characterization of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* from wild deer, *Microbiol Immunol*, 42, 815-822 (1998)
- [15] Rounds JM, Rigdon CE, Muhl LJ, Forstner M, Dan-

- zeisen GT, Koziol BS, Taylor C, Shaw BT, Short GL, Smith KE : Non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli* associated with venison, Emerg Infect Dis, 18, 279-282 (2012)
- [16] Diaz-Sanchez S, Sanchez S, Herrera-Leon S, Porrero C, Blanco J, Dahbi G, Blanco J E, Mora A, Mateo R, Hanning I, Vidal D : Prevalence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. in large game animals intended for consumption: relationship with management practices and livestock influence, Vet Microbiol, 163, 274-281 (2013)
- [17] Singh P, Sha Q, Lacher DW, Del Valle J, Mosci RE, Moore JA, Scribner KT, Manning SD : Characterization of enteropathogenic and Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in cattle and deer in a shared agroecosystem, Front Cell Infect Microbiol, 5, 29 (2015)
- [18] Laidler MR, Tourdjman M, Buser GL, Hostetler T, Repp KK, Leman R, Samadpour M, Keene WE : *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with consumption of locally grown strawberries contaminated by deer, Clin Infect Dis, 57, 1129-1134 (2013)
- [19] Sasaki Y, Goshima T, Mori T, Murakami M, Haruna M, Ito K, Yamada Y : Prevalence and antimicrobial susceptibility of foodborne bacteria in wild boars (*Sus scrofa*) and wild deer (*Cervus nippon*) in Japan, Foodborne Pathog Dis, 10, 985-991 (2013)
- [20] Van Donkersgoed J, Janzen E, Chirino-Trejo M, Dunn C : Saskatchewan. Prevalence of *Campylobacter jejuni* in pronghorns and mule deer in southern Saskatchewan, Can Vet J, 31, 302-303 (1990)
- [21] Lillehaug A, Bergsjø B, Schau J, Bruheim T, Vikoren T, Handeland K : *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., verocytotoxic *Escherichia coli*, and antibiotic resistance in indicator organisms in wild cervids, Acta Vet Scand, 46, 23-32 (2005)
- [22] Kemper N, Aschfalk A, Holler C : *Campylobacter* spp., *Enterococcus* spp., *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Yersinia* spp., and *Cryptosporidium* oocysts in semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in Northern Finland and Norway, Acta Vet Scand, 48, 7 (2006)
- [23] Kim do K, Hong SK, Kim M, Ahn JY, Yong D, Lee K : *Campylobacter hyointestinalis* isolated from a human stool specimen, Ann Lab Med, 35, 657-659 (2015)
- [24] Carbonero A, Paniagua J, Torralbo A, Arenas-Montes A, Borge C, Garcia-Bocanegra I : *Campylobacter* infection in wild artiodactyl species from southern Spain: occurrence, risk factors and antimicrobial susceptibility, Comp Immunol Microbiol Infect Dis, 37, 115-121 (2014)
- [25] Renter DG, Gnad DP, Sargeant JM, Hygnstrom SE : Prevalence and serovars of *Salmonella* in the feces of free-ranging white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Nebraska, J Wildl Dis, 42, 699-703 (2006)
- [26] 須藤京子 : 鹿肉のさしみによるサルモネラ食中毒, 食品衛生学雑誌, 29, 346-347 (1988)
- [27] Madar CS, Cardile AP, Cunningham S, Magpantay G, Finger D : A case of *Salmonella* gastroenteritis following ingestion of raw venison sashimi, Hawaii J Med Public Health, 71, 49-50 (2012)
- [28] Matsumoto J, Kako Y, Morita Y, Kabeya H, Sakano C, Nagai A, Maruyama S, Nogami S : Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in wild boars (*Sus scrofa leucomystax*) and wild sika deer (*Cervus nippon*) in Gunma Prefecture, Japan, Parasitol Int, 60, 331-332 (2011)
- [29] Omata Y, Ishiguro N, Kano R, Masukata Y, Kudo A, Kamiya H, Fukui H, Igarashi M, Maeda R, Nishimura M, Saito A : Prevalence of *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* in sika deer from eastern Hokkaido, Japan, J Wildl Dis, 41, 454-458 (2005)
- [30] Qin SY, Zhang XX, Cong W, Zhou DH, Wang JL, Yin MY, Tan QD, Zhao Q, Zhu XQ : Seroprevalence and risk factors of *Toxoplasma gondii* infection in domestic sika deer (*Cervus nippon*) in northeastern China, Acta Trop, 140, 184-187 (2014)
- [31] Dubey JP, Dennis PM, Verma SK, Choudhary S, Ferreira LR, Oliveira S, Kwok OC, Butler E, Carstensen M, Su C : Epidemiology of toxoplasmosis in white tailed deer (*Odocoileus virginianus*): occurrence, congenital transmission, correlates of infection, isolation, and genetic characterization of *Toxoplasma gondii*, Vet Parasitol, 202, 270-275 (2014)
- [32] Ross RD, Stec LA, Werner JC, Blumenkranz MS, Glazer L, Williams GA : Presumed acquired ocular toxoplasmosis in deer hunters, Retina, 21, 226-229 (2001)
- [33] Sakikawa M, Noda S, Hanaoka M, Nakayama H, Hojo S, Kakinoki S, Nakata M, Yasuda T, Ikenoue T, Kojima T : Anti-*Toxoplasma* antibody prevalence, primary infection rate, and risk factors in a study of toxoplasmosis in 4,466 pregnant women in Japan, Clin Vaccine Immunol, 19, 365-367 (2012)
- [34] Tei S, Kitajima N, Takahashi K, Mishiro S : Zoonotic transmission of hepatitis E virus from deer to human beings, Lancet, 362, 371-373 (2003)
- [35] Matsuda H, Okada K, Takahashi K, Mishiro S : Severe hepatitis E virus infection after ingestion of uncooked liver from a wild boar, J Infect Dis, 188, 944 (2003)
- [36] Masuda J, Yano K, Tamada Y, Takii Y, Ito M, Omagari K, Kohno S : Acute hepatitis E of a man who consumed wild boar meat prior to the onset of illness in Nagasaki, Japan, Hepatol Res, 31, 178-183 (2005)
- [37] Choi JY, Lee JM, Jo YW, Min HJ, Kim HJ, Jung WT, Lee OJ, Yun H, Yoon YS : Genotype-4 hepatitis E in a human after ingesting roe deer meat in South Korea, Clin Mol Hepatol, 19, 309-314 (2013)
- [38] Sato Y, Sato H, Naka K, Furuya S, Tsukiji H, Kitagawa K, Sonoda Y, Usui T, Sakamoto H, Yoshino S, Shimizu Y, Takahashi M, Nagashima S, Jirintai, Nishizawa T, Okamoto H : A nationwide survey of hepatitis E virus (HEV) infection in wild boars in Japan: identification of boar HEV strains of genotypes 3 and 4 and unrecognized genotypes, Arch Virol, 156, 1345-1358 (2011)

- [39] Hara Y, Terada Y, Yonemitsu K, Shimoda H, Noguchi K, Suzuki K, Maeda K : High prevalence of hepatitis E virus in wild boar (*Sus scrofa*) in Yamaguchi Prefecture, Japan, *J Wildl Dis*, 50, 378-383 (2014)
- [40] Matsuura Y, Suzuki M, Yoshimatsu K, Arikawa J, Takashima I, Yokoyama M, Igota H, Yamauchi K, Ishida S, Fukui D, Bando G, Kosuge M, Tsunemitsu H, Koshimoto C, Sakae K, Chikahira M, Ogawa S, Miyamura T, Takeda N, Li TC : Prevalence of antibody to hepatitis E virus among wild sika deer, *Cervus nippon*, in Japan, *Arch Virol*, 152, 1375-1381 (2007)
- [41] Nidaira M, Takahashi K, Ogura G, Taira K, Okano S, Kudaka J, Itokazu K, Mishiro S, Nakamura M : Detection and phylogenetic analysis of hepatitis E viruses from mongooses in Okinawa, Japan, *J Vet Med Sci*, 74, 1665-1668 (2012)
- [42] Takahashi K, Kitajima N, Abe N, Mishiro S : Complete or near-complete nucleotide sequences of hepatitis E virus genome recovered from a wild boar, a deer, and four patients who ate the deer, *Virology*, 330, 501-505 (2004)
- [43] Takahashi M, Nishizawa T, Sato H, Sato Y, Jirintai, Nagashima S, Okamoto H : Analysis of the full-length genome of a hepatitis E virus isolate obtained from a wild boar in Japan that is classifiable into a novel genotype, *J Gen Virol*, 92, 902-908 (2011)
- [44] Takahashi M, Nishizawa T, Nagashima S, Jirintai S, Kawakami M, Sonoda Y, Suzuki T, Yamamoto S, Shigemoto K, Ashida K, Sato Y, Okamoto H : Molecular characterization of a novel hepatitis E virus (HEV) strain obtained from a wild boar in Japan that is highly divergent from the previously recognized HEV strains, *Virus Res*, 180, 59-69 (2014)
- [45] Inokuma H, Fujimoto T, Hosoi E, Tanaka S, Fujisaki K, Okuda M, Onishi T : Tick infestation of sika deer (*Cervus nippon*) in the western part of Yamaguchi Prefecture, Japan, *J Vet Med Sci*, 64, 615-617 (2002)
- [46] Inokuma H, Seino N, Suzuki M, Kaji K, Takahashi H, Igota H, Inoue S : Detection of *Rickettsia helvetica* DNA from peripheral blood of Sika deer (*Cervus nippon yezoensis*) in Japan, *J Wildl Dis*, 44, 164-167 (2008)
- [47] Lockhart JM, Davidson WR, Stallknecht DE, Dawson JE, Howerth EW : Isolation of *Ehrlichia chaffeensis* from wild white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) confirms their role as natural reservoir hosts, *J Clin Microbiol*, 35, 1681-1686 (1997)
- [48] Silaghi C, Pfister K, Overzier E : Molecular investigation for bacterial and protozoan tick-borne pathogens in wild boars (*Sus scrofa*) from southern Germany, *Vector Borne Zoonotic Dis*, 14, 371-373 (2014)
- [49] Mahara F : Rickettsioses in Japan and the far East, *Ann N Y Acad Sci*, 1078, 60-73 (2006)
- [50] 感染症情報センター : つつが虫病・日本紅斑熱 2006～2009, 病原微生物検出情報, 31, 120-122 (2010)
- [51] Hoshina K, Itogawa H, Itagaki A, Gomyoda M, Uchida T : [Serosurvey for spotted fever group rickettsial infection in vertebrates in Shimane Prefecture], *Kansenshogaku Zasshi*, 69, 524-531 (1995)
- [52] 高田伸弘, 石畝 史, 藤田博己 : 福井県で初めて確認され血清学的に *R. helvetica* 感染が示唆された症例, 病原微生物検出情報, 27, 40-41 (2006)
- [53] Ando S, Kurosawa M, Sakata A, Fujita H, Sakai K, Sekine M, Katsumi M, Saitou W, Yano Y, Takada N, Takano A, Kawabata H, Hanaoka N, Watanabe H, Kurane I, Kishimoto T : Human *Rickettsia heilongjiangensis* infection, Japan, *Emerg Infect Dis*, 16, 1306-1308 (2010)
- [54] Imaoka K, Kaneko S, Tabara K, Kusatake K, Morita E : The First Human Case of *Rickettsia tamurae* Infection in Japan, *Case Rep Dermatol*, 3, 68-73 (2011)
- [55] 森川 茂, 宇田晶彦, 加来義浩, 木村昌伸, 今岡浩一, 福士秀悦, 吉河智城, 谷 英樹, 下島昌幸, 安藤秀二, 西條政幸, 澤辺京子, 川端寛樹, 新倉 綾, 前田 健, 高野 愛, 柳井徳磨, 藤田博己, 高田伸弘 : 〈速報〉重症熱性血小板減少症候群 (SFTS) ウイルスの国内分布調査結果 (第一報), 病原微生物検出情報, 34, 303-304 (2013)
- [56] 森川 茂, 木村昌伸, 朴ウンシル, 宇田晶彦, 堀田明豊, 藤田 修, 古山裕樹, 加来義浩, 澤辺京子, 川端寛樹, 安藤秀二, 西條政幸, 前田 健, 鎌田龍生, 下田 宙, 高野 愛, 藤田博己, 高田伸弘 : SFTS ウイルスの国内分布調査 (第三報), 病原微生物検出情報, 37, 50-51 (2016)