

令和2年度厚生労働科学研究費補助金(食品の安全確保推進研究事業)

「野生鳥獣由来食肉の安全性確保とリスク管理のための研究」

分担研究報告書

わが国の野生鳥獣肉処理施設で処理された枝肉の拭き取り調査

研究分担者 壁谷 英則 (日本大学生物資源科学部獣医学科)

研究協力者 森田 聡志、山原 絹子、石井香菜、鈴木綾乃、田中裕梨

(日本大学生物資源科学部獣医学科)

研究要旨

令和2年度は、過年度から引き続き、わが国の野生鳥獣肉処理施設で処理された鹿、ならびに猪枝肉の枝肉拭き取り調査を実施した。さらに、本研究事業最終年度であることから、本研究期間中に実施した全ての拭き取り検査材料の成績を集計し、枝肉の衛生状態に影響を与える処理工程における要因を検討した。わが国の野生鳥獣肉処理施設のうち、鹿5施設(新規2施設)、猪3施設でそれぞれ処理された洗浄前の鹿枝肉59検体、および猪枝肉計9検体について、それぞれ胸部、および肛門周囲部から拭き取りを実施し、一般細菌数、大腸菌群数、大腸菌数、および黄色ブドウ球菌数を計測した。その結果、1)「剥皮」と「内臓摘出」の作業順別では鹿、および猪において、「剥皮」→「内臓摘出」の順で処理されたものは、「内臓摘出」→「剥皮」の順に処理されたものに比べ有意に高度に一般細菌が検出されたこと、2)猪では、剥皮時に「のせ台」を用いた場合には、懸吊する場合に比べ、全ての指標細菌が多く検出された。わが国の野生鳥獣肉処理施設A、Bで処理された鹿計5頭について、各処理工程における作業員、器具、と体等から拭き取りを行い、衛生指標細菌数を計測した。その結果、①主要な細菌汚染源は、蹄、肛門周囲、胃内要物、剥皮・内臓摘出時の手指、ナイフであること②表皮洗浄は菌数減少に効果的であること③大腸菌は肛門周囲の他蹄からも検出されることが明らかとなった。わが国の野生鳥獣肉処理施設Aで処理され、熟成した鹿枝肉について、熟成前後の衛生指標細菌数の計測と、病原細菌の検出を行ったところ、熟成により一般細菌数は増加したが、有意差は認められなかった。検討した全ての病原細菌は分離されなかった。以上のことから、本研究で対象とした施設Aにおいては、衛生的な解体処理、ならびに熟成処理が行われているものと考えられた。

A. 研究目的

近年、わが国では鹿や猪などの野生鳥獣の生息数増加に伴い、農作物や自然植生への被害が深刻化している。これに対して、国は野生鹿や猪の捕獲を推進し、令和元年度の環境省の統計では、鹿60万頭、猪64万頭が狩猟、

および有害鳥獣捕獲などその他で捕獲されている。このような捕獲頭数は近年右肩上がりに上昇して推進されている。これに伴い、令和元年度の農林水産省の報告によると、鹿や猪による被害額は、それぞれ53億円および46億円で、近年は減少傾向にある。さらに捕獲され

た鹿や猪を食用に活用する試みが進められているが、これら野生鳥獣肉を原因とする食中毒事例の発生が危惧される。厚生労働省は「野生鳥獣肉の衛生管理に関するガイドライン」を策定、令和2年5月には一部改正し、衛生管理の徹底を推進している。具体的な作業手順を示すための科学的データの蓄積が求められている。

これまでに我々は、平成30—令和元年度本研究事業において、①「剥皮」と「内臓摘出」の作業順別では鹿において、「剥皮」→「内臓摘出」の順で処理されたものは、「内臓摘出」→「剥皮」の順に処理されたものに比べ有意に高度に一般細菌が検出されたこと、②猪では、剥皮時に「のせ台」を用いた場合には、懸吊する場合に比べ、一般細菌が多く検出されたこと、③熟成後の猪検体から、病原細菌は全く検出されなかったこと、④一般細菌と腸内細菌科菌群は、熟成後のトリミング片に高度に検出されたこと、⑤猪肉の熟成後に増殖した細菌のほとんどは *Pseudomonas* 属菌であったこと、を明らかとしてきた。

わが国の一部の野生鳥獣の処理施設では、野生鳥獣肉を用いて熟成を行う試みがある。その処理方法、設備、器具、作業従事者の経験などにおいて非常に多様であるが、熟成肉の衛生状態に関わる検討は全くされていない。

以上のことから、令和2年度は、引き続き、わが国の野生鳥獣肉処理施設において処理された鹿肉や猪肉の拭き取り検体を用いて、衛生指標細菌（一般細菌、大腸菌群、大腸菌、ならびに黄色ブドウ球菌）数を計測して衛生状態を評価することで、異なる条件で解体処理された枝肉の衛生状態に関わる要因を検討した。

さらに、捕獲から解体処理に至る一連の工程において拭き取りを行い、衛生指標細菌を計測することにより、細菌汚染の原因となる工程について検討した。さらには、わが国の野生鳥獣肉処理施設 A で熟成処理された鹿肉を用いて、熟成前後における衛生状況を検討した。

B. 研究方法

1) わが国の野生鳥獣肉処理施設で処理された枝肉の衛生評価

2019年6月～2021年2月の間に、わが国の野生鳥獣肉処理施設（鹿20施設（表1）、猪20施設（表2））で処理された鹿枝肉224検体、猪枝肉計99検体について、枝肉洗浄前において、それぞれ胸部、および肛門周囲部から拭き取りを実施した。対象とした施設における、「剥皮」と「内臓摘出」の作業順、剥皮時の設備、剥皮方法、食道結紮/肛門結紮の有無、表皮洗浄方法、枝肉洗浄方法について、表1,2に示す。

各検体について、「枝肉の微生物検査実施要領（平成26年度）」（厚生労働省）に従い、各衛生指標細菌数を計測した。すなわち、各拭き取り材料から10倍階段希釈液を調整した。各検体の1ml量を、各条件につき2枚のペトリフィルム（ACプレート：一般細菌数用、ECプレート：大腸菌・大腸菌群数用、STXプレート：黄色ブドウ球菌用）にそれぞれ接種した。EC、およびSTX各プレートは35℃で24時間、ACプレートは35℃で48時間培養し、それぞれ形成されたコロニー数を計測した。

各衛生指標細菌数の比較には、Anderson-Darling 検定による正規性の検定を行った後、Mann-Whitney U 検定により行った。

2) 処理工程における拭き取り検体を対象とした衛生指標細菌数

2020年10月～12月の間に、わが国の野生鳥獣肉処理施設A、Bに搬入された鹿計5頭について、止め刺し、表皮洗浄前、表皮洗浄後、剥皮後、内臓摘出後、枝肉洗浄前、枝肉洗浄後、において、周辺環境、作業者手指、ナイフ、と体蹄、表皮正中、肛門周囲部、からの拭き取り(100cm²)、ならびに直腸便を採取した(図1)。

各検体について、B-1)に示す方法により、各種衛生指標細菌数を測定した。

さらに、各検体について、病原細菌として、腸管出血性大腸菌、同O157、サルモネラ属菌、黄色ブドウ球菌、リステリア属菌の分離を「食品衛生検査指針(2018)」に従って行った。

3) 野生鳥獣由来熟成肉の衛生評価

2021年1月～2月の間に、わが国の野生鳥獣肉処理施設Aにて解体処理、ならびに熟成処理された鹿肉10頭(熟成前後各1検体、計20検体)を使用した。熟成前後に同一の個体から頸部肉片を採取した。なお、熟成の条件は2℃、7もしくは9日間で処理した。

各検体についてスマッカーで処理した後、検体を抽出し、B-1)に示す方法により、各種衛生指標細菌数を測定した。

C. 研究結果

1) わが国の野生鳥獣肉処理施設で処理された枝肉の衛生評価

本研究で対象とした施設(鹿21施設、猪20施設)では、それぞれ「剥皮」と「内臓摘出」の順番が異なるものであった(表1、2)。鹿では、21施設中16施設で、「剥皮」→「内臓摘出」

の順で作業していたが、5施設は「内臓摘出」→「剥皮」の順であった。これに対して、猪の処理では、20施設中12施設で、「剥皮」→「内臓摘出」の順、8施設は「内臓摘出」→「剥皮」の順であった。

剥皮時のと体は、鹿は全て懸吊していたが、猪では、のせ台、懸吊、および湯剥ぎの施設がそれぞれ4施設であった。また、剥皮方法は、鹿では、ウィンチによる牽引が5施設、手剥ぎが6施設であったが、猪では、1施設を除き、全て手剥ぎであった。

洗浄前において、鹿枝肉胸部;同肛門周囲部における一般細菌数の平均値(cfu/cm²)は、 5.5×10^2 ; 1.2×10^3 であった。大腸菌群数(cfu/cm²)の平均値は 1.1×10^1 ; 1.9×10^1 、大腸菌数(cfu/cm²)は、 1.1×10 ; 1.5×10 であった。黄色ブドウ球菌数(cfu/cm²)は、 2.8×10^{-1} ; 8.0×10^{-1} であった。一方、各菌数の中央値は、肛門周囲部一般細菌において 2.7×10^0 (cfu/cm²)であったが、その他全ての指標細菌において、いずれも0であった。

猪枝肉胸部;同肛門周囲部における一般細菌数の平均値(cfu/cm²)は、 2.1×10^3 ; 2.8×10^3 であった。大腸菌群数(cfu/cm²)の平均値は 9.3×10^0 ; 6.4×10^1 、大腸菌数(cfu/cm²)の平均値は 6.9×10 ; 6.3×10^1 であった。黄色ブドウ球菌数(cfu/cm²)は、 1.4×10^0 ; 5.2×10^0 であった。一方、一般細菌数の中央値(cfu/cm²)は、 3.4×10^1 ; 4.0×10^1 であった。大腸菌群数、大腸菌数の中央値は、いずれもudであった。黄色ブドウ球菌数の中央値は、胸部、肛門周囲部ともに、 1.0×10^{-1} cfu/cm²であった。

本研究で算出された一般細菌数は、Anderson-Darling検定により、正規分布しないことが確認されたことから、以降の解析では、

いずれも Mann-Whitney U 検定により行った。

剥皮と内臓摘出の作業順別に枝肉洗浄前の鹿胸部、肛門周囲部における各衛生指標細菌数の中央値を比較した結果、肛門周囲部の一般細菌数において、「剥皮」→「内臓摘出」(7.5×10^0 cfu/cm²)では、「内臓摘出」→「剥皮」(0 cfu/cm²)に比べ、有意 ($p < 0.01$) に高値であった(表 3)。また、その他の衛生指標細菌では、いずれも作業順により有意差は認められなかった。一方、猪では、「内臓摘出」→「剥皮」では、胸部;同肛門周囲部における一般細菌数の中央値(cfu/cm²)は、 1.5×10^1 ; 1.8×10^1 であったのに対し、「剥皮」→「内臓摘出」では、 1.0×10^2 ; 2.9×10^2 で有意 ($p < 0.01$) に高い値となった(表 4)。大腸菌群数、大腸菌数の中央値はいずれも 0 であったが、胸部の大腸菌群数では、「内臓摘出」→「剥皮」に比べ、「剥皮」→「内臓摘出」で有意 ($p < 0.05$) に高い値となった。黄色ブドウ球菌数の中央値(cfu/cm²)は、胸部;同肛門周囲部、いずれの作業順においても 1.0×10^{-1} で、「剥皮」と「内臓摘出」の作業順別において有意差は認められなかった。

剥皮時に、枝肉を「のせ台」に乗せて剥皮する施設と、「懸吊」して剥皮する施設に分けて、猪枝肉の洗浄前の胸部;肛門周囲部における一般細菌数の中央値(cfu/cm²)を比較した結果、「のせ台」では、 3.7×10^1 ; 1.8×10^2 、「懸吊」では、 1.3×10^1 ; 9.6×10^0 で、「のせ台」で処理した枝肉の肛門周囲部は、「懸吊」のそれに比べ、有意 ($p < 0.01$) に高値であった(表 5)。大腸菌群数、大腸菌数の中央値(cfu/cm²)は、いずれも 0、胸部;肛門周囲部における黄色ブドウ球菌数の中央値(cfu/cm²)は、 2.0×10^{-1} ~ 3.0×10^{-1} でいずれも「のせ台」で処理した枝肉の肛門周囲部は、「懸吊」のそれに

比べ、有意 ($p < 0.01$) に高値であった。一方、鹿では、検討した全ての施設において、「懸吊」により剥皮を行っていたため、比較はできなかった。

剥皮時に、「ウインチ」を使用する施設と、「手剥ぎ」により実施する施設に分け、鹿枝肉の洗浄前の胸部;肛門周囲部における一般細菌数の中央値(cfu/cm²)を比較したところ、「ウインチ」では、 4.0×10^0 ~ 1.3×10^1 であったのに対し、「手剥ぎ」ではいずれも 0 と有意 ($p < 0.01$) に低値を示した(表 6)。大腸菌群、大腸菌、黄色ブドウ球菌の中央値(cfu/cm²)は、いずれも 0 で、「手剥ぎ」は「ウインチ」に比べ、有意 ($p < 0.01$) に低値であった。一方、猪では、胸部;肛門周囲部における一般細菌数の中央値(cfu/cm²)は、「ウインチ」では、 1.0×10^2 ; 3.1×10^2 、「手剥ぎ」では、 1.3×10^1 ; 1.8×10^1 、「湯剥ぎ」では 4.1×10^2 ~ 5.9×10^2 で、「手剥ぎ」は、他に比べ有意 ($p < 0.05$) に低値を示した(表 7)。大腸菌群、大腸菌、黄色ブドウ球菌の中央値は、0~ 1.8×10^0 で、「湯剥ぎ」の大腸菌群は他に比べ有意 ($p < 0.05$) に高い値を示した。

2) 処理工程における拭き取り検体を対象とした衛生指標細菌数

「止め刺し現場」は、施設 B で 1 回の採材のみであったが、一般細菌数(cfu/cm²)は 2.3×10^2 、大腸菌(cfu/cm²)は 5.0×10^{-2} であった(表 8)。

「表皮洗浄前」では、「蹄」の一般細菌数(cfu/蹄)は 2.1×10^2 ~ 2.5×10^5 、大腸菌数は(cfu/蹄)は 0~ 2.4×10^2 であった。「腹側正中」の一般細菌数(cfu/cm²)は 2.2×10^1 ~ 2.2×10^4 、大腸菌数は(cfu/cm²)は 0~ 1.0×10^{-1} であった。「肛門周囲部」の一般細菌数(cfu/cm²)は

1.9x10²~6.9x10³、大腸菌数は(cfu/cm²)は2.0x10⁰~1.2x10²であった。

「表皮洗浄後」では、「蹄」の一般細菌数(cfu/蹄)は0~5.2x10⁵、大腸菌数は(cfu/蹄)は0~1.2x10⁴であった。「腹側正中」の一般細菌数(cfu/cm²)は1.4x10⁰~5.4x10²、大腸菌数は(cfu/cm²)はすべて0であった。「肛門周囲部」の一般細菌数(cfu/cm²)は1.7x10¹~2.0x10⁴、大腸菌数は(cfu/cm²)は0~4.6x10¹であった。「胃内容物」は、施設Bで1度、施設の汚染が確認され、一般細菌数(cfu/cm²)は6.4x10³、大腸菌数は(cfu/cm²)は2.3x10⁰であった。

「剥皮後」では、「作業者の手指」の一般細菌数(cfu/手)は7.5x10³~9.5x10⁴、大腸菌数は(cfu/手)は0~9.9x10²であった。「ナイフ」の一般細菌数(cfu/ナイフ)は5.5x10¹~1.8x10⁴、大腸菌数は(cfu/cm²)は0~1.2x10²であった。

「内臓摘出後」では、「作業者の手指」の一般細菌数(cfu/手)は4.5x10¹~6.7x10⁴、大腸菌数は(cfu/手)は0~3.0x10¹であった。「ナイフ」の一般細菌数(cfu/ナイフ)は3.0x10²~1.3x10⁵、大腸菌数は(cfu/cm²)は0~4.0x10¹であった。

「枝肉洗浄前」の、「床」の一般細菌数(cfu/cm²)は1.8x10⁰~5.6x10³、大腸菌数は(cfu/cm²)は0~1.5x10⁻¹であった。「壁」の一般細菌数(cfu/cm²)は0~5.0x10⁻¹、大腸菌数は(cfu/cm²)はすべて0であった。「胸部」の一般細菌数(cfu/cm²)は0~8.0x10⁻¹、大腸菌数は(cfu/cm²)はすべて0であった。「肛門周囲部」の一般細菌数(cfu/cm²)は2.0x10⁻¹~6.4x10¹、大腸菌数は(cfu/cm²)は0~2.0x10²であった。

「枝肉洗浄後」の、「胸部」の一般細菌数

(cfu/cm²)は0~4.5x10⁻¹、大腸菌数は(cfu/cm²)はすべて0であった。「肛門周囲部」の一般細菌数(cfu/cm²)は0~2.3x10¹、大腸菌数は(cfu/cm²)は0~3.3x10⁰であった。

3) 野生鳥獣由来熟成肉の衛生評価

「熟成前」の一般細菌数(cfu/cm²)は5.0x10¹~4.0x10³、大腸菌数は(cfu/cm²)は0~5.0x10⁰であった。「熟成後」の一般細菌数(cfu/cm²)は3.2x10¹~8.5x10³、大腸菌数は(cfu/cm²)は0~1.0x10⁰で、有意差は認められなかった。

また、検討した全ての検体からは、検討したいずれの病原細菌も分離されなかった。

D. 考察

本研究で対象とした施設で実施されている処理方法は、表1、2に示すとおり多様性を示した。本研究では、特に、「剥皮」と「内臓摘出」の作業順、剥皮時の設備(のせ台、あるいは懸吊)、ならびに剥皮方法(ウインチ、手剥ぎ、猪では湯漬け)の違いに着目し、鹿、および猪枝肉の汚染指標細菌数を比較することにより、各工程の作業順や方法が枝肉の衛生状況に与える影響について検討した。

剥皮と内臓摘出の作業順では、ガイドラインで指示されている「剥皮」→「内臓摘出」の順番と、「内臓摘出」→「剥皮」の順番でそれぞれ処理された枝肉について、細菌汚染状況を比較した。その結果、本研究では、鹿、猪ともに「剥皮」→「内臓摘出」の順で処理された枝肉からは、「内臓摘出」→「剥皮」の順で処理された枝肉に比べ、一部(鹿の胸部)を除き、有意に高い一般細菌数の値を示した。これは、剥皮を先に行うことで、作業者が剥皮後の枝肉に、汚染した手指で直接、あるいは間接的に

接触する機会が多くなったためである可能性がある。剥皮後に枝肉と接触することにより細菌に汚染する可能性について、改めて作業者に啓蒙する必要がある。

剥皮時の設備については、本研究で対象とした鹿の施設では全てにおいて「懸吊」を行っていたために、比較検討は行わなかった。一方、猪では、「のせ台」を用いて剥皮を行った施設で処理された枝肉は、「懸吊」して剥皮した枝肉に比べ、検討した全ての衛生指標細菌において、一部(胸部の一般細菌)を除いて、全て多く検出された。以上のことから、「のせ台」を使用して剥皮する場合には、「懸吊」して剥皮を行う場合に比べ、より高頻度に作業中に汚染した手指や表皮などを介して枝肉に細菌が汚染する可能性が考えられた。懸吊装置の導入を推進するとともに、「のせ台」で剥皮をする際には、より一層細菌汚染を回避するように意識して作業するよう、指導する必要があると考えられた。

剥皮法別の比較では、鹿、猪ともに、「ウインチ」を用いて剥皮する方法で剥皮した枝肉は、「手剥ぎ」で剥皮したものに比べ、高度に一般細菌数に汚染していた。特に、鹿では、大腸菌群、および黄色ブドウ球菌においても同様の差が認められた。「ウインチ」を用いた場合には、剥皮の際に、表皮に汚染した土壌や細菌が舞い散る可能性が考えられ、土壌由来の細菌や、表皮に由来する黄色ブドウ球菌がより高度に汚染した可能性が考えられる。特に「ウインチ」を用いた剥皮の際には、慎重に行い、周辺環境を汚染させないようにすることが重要であると考えられた。また、猪を処理する一部の施設では、「湯剥ぎ」が行われている。厳密には、「湯剥ぎ」では、剥皮されておらず、表皮は残存しており、表皮表面の被毛が取り除か

れるものの、残存する表皮表面の毛穴や皮膚の小さな溝などに、細菌が残存する可能性がある。このため、「湯剥ぎ」した枝肉では、高度に一般細菌数が検出されたものと考えられた。

本研究により、一連の処理工程において、改めて細菌汚染源と考えられるものとして、蹄、表皮、胃内要物、肛門周囲部、は多くの一般細菌や大腸菌が検出されることが明らかとなった。また、表皮洗浄前に比べ、表皮洗浄後では、各箇所において、一般細菌数、大腸菌数の著しい減少が認められたことから、鹿や猪の解体処理施設への搬入前に、十分な洗浄を行うことの重要性が、改めて示された。同時に、一部の検体では、表皮洗浄後においても、蹄、肛門周囲部において多くの一般細菌が残存するものも認められたことから、蹄は剥皮前に切除すること、また、肛門周囲部には多くの細菌が残存することを考慮しながら剥皮を行うことが重要である。さらに、剥皮作業中、ならびに内臓摘出作業中では、各作業により作業者の手指、ならびに使用したナイフ表面に多くの細菌が汚染することも確認され、各作業中の汚染ごとの温湯消毒、ならびに手指洗浄が重要であることが確認された。

糞便汚染の指標となる大腸菌については、特に肛門周囲部から多く検出されることが改めて確認された。しかしながら、その他にも、特に蹄からも多く検出されたことから、剥皮作業前には、蹄を除去することが重要であると思われた。さらに、剥皮作業、および内臓摘出作業においても、作業者の手指やナイフからも大腸菌が検出されたことから、これらを介して枝肉に糞便汚染させる可能性があることが改めて確認された。

最終的な枝肉の胸部、および肛門周囲部は、いずれも $2.3 \times 10^1 \text{cfu/cm}^2$ 以下となり、家畜

(牛や豚)に比べても極めて低値を示したことから、本研究で対象とした施設 A、および B では、極めて衛生的に解体処理が行われていることが確認された。

本研究で対象とした施設では、4℃でおよそ 2 週間静置するにより熟成を行っている。本研究で検討した猪肉はいずれも熟成前から一般細菌が検出され、熟成後には同菌数の上昇が確認された。一方、一部から大腸菌群や黄色ブドウ球菌が検出されたものの、大腸菌は全く検出されなかった。さらに、検討したその他の病原細菌についても、全て検出されなかった。以上のことから、当該施設で実施している熟成工程において、病原細菌の増殖は起こっていないものと考えられた。一般に、熟成により、食肉に含まれる自身の消化酵素により、蛋白質などの分解がおこり、うま味や風味が高まることが期待される。一方で、牛肉の熟成肉の表面から、リステリアなどの低温細菌が検出された事例が報告されており、十分なトリミングが必須である。本研究においては、リステリアを含む検討した全ての病原細菌は、検出されなかったが、多くの一般細菌、ならびに黄色ブドウ球菌が検出された検体も認められたことから、熟成後には十分トリミングを行う必要がある。

本研究では、施設 A で行われている熟成による枝肉における細菌動態を検討するために、同じ個体について熟成前後で一般細菌数、ならびに大腸菌数を比較した。その結果、一般細菌数において、熟成後に増加した傾向が認められたものの、有意差は認められなかった。当該施設における熟成の条件は、2℃で 7~9 日間処理している。2℃条件下でも、低温細菌の一部は増殖しているものと考えられた。今後、熟成前に検出された細菌叢を解析し、汚染の由来を検討する必要がある。さらに、熟成後に、

増殖した細菌叢を解析し、熟成中に増殖する細菌を特定する必要がある。特に食肉の腐敗に關与する *Pseudomonas* 属菌は低温細菌であり、昨年度の本研究において、今回けんきゅう対象とした施設とは異なる施設で処理された枝肉から検出されている。今後、このような腐敗細菌の汚染状況について検討する必要がある。

本研究では、熟成前、後、いずれにおいても、検討した全ての検体において、病原細菌は検出されなかった。熟成の効果として、乳酸菌の増殖による他の有害細菌の増殖を防ぐことが期待されている。今後、熟成による効果として、有害細菌による汚染モデルを作成し、その増殖抑制効果等を検討する必要がある。

E. 結論

1) 鹿、猪ともに「剥皮」→「内臓摘出」の順で処理された枝肉からは、「内臓摘出」→「剥皮」の順で処理された枝肉に比べ、一般細菌数が多く検出された。

2) 猪では、剥皮の際「のせ台」を用いた場合は、「懸吊」する場合に比べ、各種衛生指標細菌数が多く検出された。

3) 鹿、猪ともに、剥皮の際に「手剥ぎ」に比べ、「ウィンチ」を用いて行くと、細菌汚染を受けやすいことが明らかとなった。

4) 解体処理工程において、搬入前の表皮洗浄は極めて効果的に細菌数を減少させた。

5) 解体処理工程における細菌汚染源として、表皮、蹄、肛門周囲、胃内容物などが考えられた。

6) 一連の工程の内、特に、「剥皮工程」、「内臓摘出工程」では、作業者の手指、およびナイフに高度に細菌汚染されることが確認された。

F. 健康危険情報

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Takahashi, T., Kabeya, H., Sato, S., Yamazaki, A., Kamata, Y., Taira, K., Asakura, H., Sugiyama, H., Takai, S., Maruyama, S. Prevalence of *Yersinia* among wild sika deer (*Cervus Nippon*) and boars (*Sus scrofa*) in Japan. J. Wildl. Dis. 56(2):270-277, 2020.
- 2) Mizukami M, Sato S, Nabeshima K, Kabeya H, Ueda D, Suzuki K, Maruyama S. Molecular survey of *Bartonella rochalimae* in Japanese racoon dogs (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*). J Wildl Dis. 56(3):560-567, 2020
- 3) Nabeshima K, Sato S, Kabeya H, Kato C, Suzuki K, Maruyama S., Isolation and genetic properties of *Bartonella* in eastern bent-wing bats (*Miniopterus fuliginosus*) in Japan. Infect Genet Evol 83:104354. doi: 10.1016/j.meegid.2020.104354. Epub 2020 May 5
- 4) Nabeshima K, Sato S, Kabeya H, Komine N, Nanashima R, Takano A, Shimoda H, Maeda K, Suzuki K, Maruyama S. Detection and phylogenetic analysis of *Bartonella* species from bat flies on eastern bent-wing bats (*Miniopterus fuliginosus*) in Japan. Comp Immunol

Microbiol Infect Dis. 73:101570. doi: 10.1016/j.cimid.2020.101570. Epub 2020 Oct 25.

- 5) Sato S, Kabeya H, Ishiguro S, Shibasaki Y, Maruyama S. Lipoptena fortisetosa as a vector of Bartonella bacteria in Japanese sika deer (*Cervus nippon*). Parasit Vectors.;14(1):73. doi: 10.1186/s13071-021-04585-w. , 2021.

2. 学会発表

- 1) 鍋島 圭、佐藤 真伍、壁谷 英則、丸山 総一 高速シーケンサーを用いたコウモリ由来 *Bartonella* の病原関連遺伝子の探索 第163回日本獣医学会学術集会(山口大学(web開催)、2020年9月8~10日)

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他(書籍)
 - 1) 壁谷英則(分担執筆者)、これからの日本のジビエ、2.ジビエの安心・安全、pp150-162、緑書房、2020

表1 本研究で対象とした鹿処理施設における処理方法等の概要

施設	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
内臓/剥皮の順	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	内臓/ 剥皮	剥皮/ 内臓	内臓/ 剥皮	内臓/ 剥皮	剥皮/ 内臓	内臓/ 剥皮	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓
器具/ のせ台	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具	器具
剥皮法	手剥ぎ	ワイプ キ	手剥ぎ	ワイプ キ	ワイプ キ	ワイプ キ	手剥ぎ	手剥ぎ	ワイプ キ	ワイプ キ	ワイプ キ	手剥ぎ	手剥ぎ	ワイプ キ	手剥ぎ	ワイプ キ	手剥ぎ	ワイプ キ	手剥ぎ	手剥ぎ	手剥ぎ
皮膚洗浄 方法	水道水	水道水	水道水	電解水	電解水	水道水	毛掻き 水道水	水道水	水道水	湯湯	水道水	水道水	水道水	電解水	水道水	水道水	水道水	水道水	水道水	水道水	水道水
筋肉洗浄 方法	次亜塩 素水	オゾン 水	水道水	電解水	電解水	脱性水	パー ナー + アル コール	次亜塩 素水	水道水	電解水 + アル コール	次亜塩 素水	水道水	水道水	電解水	電解水	電解水	電解水	オゾン 水	電解水	オゾン 水	電解水

表2 本研究で対象とした猪処理施設における処理方法等の概要

施設	A	E	F	G	H	J	K	N	O	P	Q	S	V	W	X	W	Z	AA	AB	AC
内臓/剥皮の順	剥皮/ 内臓	剥皮/ 剥皮	内臓/ 剥皮	内臓/ 剥皮	内臓/ 剥皮	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 内臓	剥皮/ 剥皮	剥皮/ 剥皮	剥皮/ 剥皮	剥皮/ 剥皮	剥皮/ 剥皮	剥皮/ 剥皮	剥皮/ 剥皮
器具/ のせ台	のせ台	のせ台	のせ台	器具	のせ台	のせ台	器具	のせ台	器具	のせ台	器具	器具	のせ台	器具	のせ台	のせ台	器具	器具	のせ台	のせ台
剥皮法	手剥ぎ	手剥ぎ	手剥ぎ	手剥ぎ	手剥ぎ	湯洗け	ワイプ キ	湯洗け	手剥ぎ	手剥ぎ	手剥ぎ	手剥ぎ	手剥ぎ	手剥ぎ	手剥ぎ	手剥ぎ	手剥ぎ	ワイプ キ	手剥ぎ	手剥ぎ
皮膚 洗浄方法	水道水	水道水	水道水	毛掻き + 水道水	水道水	湯湯	水道水	電解水	水道水	水道水	水道水	水道水	水道水	水道水	水道水	電解水	湯湯	水道水	水道水	水道水
筋肉 洗浄方法	次亜塩 素水	電解水	脱性水	パー ナー + アル コール	次亜塩 素水	電解水 + アル コール	次亜塩 素水	電解水	電解水	電解水	電解水	電解水	次亜塩 素水	×	×	湯湯	脱性水	水道水	電解水	エタ ノール + 水道水

止め刺し現場/周辺土壌



表皮洗浄前/肛門周囲部



枝肉洗浄前/床



表皮洗浄前/蹄



剥皮後/作業者(手指)



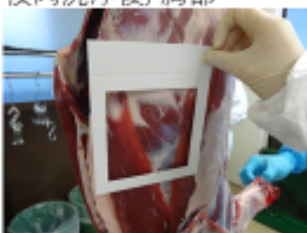
表皮洗浄前/腹側正中



内臓摘出後後/ナイフ



枝肉洗浄後/胸部



枝肉洗浄後/肛門周囲部



図1 わが国の野生鳥獣肉処理施設で処理された各鹿処理工程における拭き取りの様子

表3 鹿枝肉の拭き取り検体における衛生指標細菌数（内臓摘出/剥皮 作業順別）

作業順	検体数 (頭)	値	胸部				肛門周囲部			
			一般細菌 (cfu/cm ²)	大腸菌群 (cfu/cm ²)	大腸菌 (cfu/cm ²)	黄色 ブドウ球菌 (cfu/cm ²)	一般細菌 (cfu/cm ²)	大腸菌群 (cfu/cm ²)	大腸菌 (cfu/cm ²)	黄色 ブドウ球菌 (cfu/cm ²)
内臓摘出 剥皮	114	最小値	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大値	2.5×10 ⁴ <	8.8×10 ²	8.8×10 ²	7.9×10 ⁰	2.5×10 ⁴ <	1.5×10 ³ <	1.5×10 ³ <	1.3×10 ¹
		平均値	7.6×10 ²	7.9×10 ⁰	1.0×10 ¹	4.0×10 ⁻¹	1.2×10 ³	1.4×10 ¹	1.6×10 ¹	4.0×10 ⁻¹
		中央値	0	0	0	0	0**	0	0	0
剥皮 内臓摘出	110	最小値	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大値	2.5×10 ⁴ <	1.5×10 ³ <	1.5×10 ³ <	3.2×10 ¹	2.5×10 ⁴ <	9.1×10 ²	9.7×10 ²	6.2×10 ¹
		平均値	3.4×10 ²	1.4×10 ¹	1.4×10 ¹	1.0×10 ⁻¹	1.1×10 ³	1.6×10 ¹	2.2×10 ¹	1.2×10 ⁰
		中央値	0	0	0	0	7.5×10 ⁰ **	0	0	0

**p<0.01

表4 猪枝肉の拭き取り検体における衛生指標細菌数（内臓摘出/剥皮 作業順別）

作業順	検体数 (頭)	値	胸部				肛門周囲部			
			一般細菌 (cfu/cm ²)	大腸菌群 (cfu/cm ²)	大腸菌 (cfu/cm ²)	黄色 ブドウ球菌 (cfu/cm ²)	一般細菌 (cfu/cm ²)	大腸菌群 (cfu/cm ²)	大腸菌 (cfu/cm ²)	黄色 ブドウ球菌 (cfu/cm ²)
内臓摘出 剥皮	73	最小値	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大値	2.5×10 ⁴ <	2.6×10 ²	2.6×10 ²	5.5×10 ¹	2.5×10 ⁴ <	1.5×10 ³ <	1.5×10 ³ <	1.5×10 ²
		平均値	1.5×10 ³	8.9×10 ⁰	6.8×10 ⁰	1.5×10 ⁰	2.8×10 ³	8.5×10 ¹	8.5×10 ¹	6.3×10 ⁰
		中央値	1.5×10 ¹ **	0	0*	1.0×10 ⁻¹	1.8×10 ¹ **	0	0	1.0×10 ⁻¹
剥皮 内臓摘出	26	最小値	5.5×10 ⁰	0	0	0	4.5×10 ⁰	0	0	0
		最大値	2.5×10 ⁴ <	1.7×10 ²	1.7×10 ²	1.7×10 ¹	2.5×10 ⁴ <	1.5×10 ¹	1.5×10 ¹	2.6×10 ¹
		平均値	3.8×10 ³	9.5×10 ⁰	8.0×10 ⁰	1.1×10 ⁰	3.2×10 ³	2.1×10 ⁰	1.6×10 ⁰	2.1×10 ⁰
		中央値	1.0×10 ² **	0	0*	0	2.9×10 ² **	0	0	1.0×10 ⁻¹

*: p<0.05, **: p<0.01

表5 猪枝肉の拭き取り検体における衛生指標細菌数（剥皮設備別）

剥皮設備	検体数（頭）	値	胸部				肛門周囲部			
			一般細菌 (cfu/cm ²)	大腸菌群 (cfu/cm ²)	大腸菌 (cfu/cm ²)	黄色 ブドウ球菌 (cfu/cm ²)	一般細菌 (cfu/cm ²)	大腸菌群 (cfu/cm ²)	大腸菌 (cfu/cm ²)	黄色 ブドウ球菌 (cfu/cm ²)
のせ台	57	最小値	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大値	2.5×10 ⁴ <	2.6×10 ²	2.6×10 ²	6.9×10 ⁰	2.5×10 ⁴ <	1.5×10 ³ <	1.5×10 ³ <	1.5×10 ²
		平均値	2.2×10 ³	1.5×10 ¹	1.3×10 ¹	8.0×10 ⁻¹	3.8×10 ³	1.1×10 ²	1.1×10 ²	7.9×10 ⁰
		中央値	3.7×10 ¹	0*	0*	2.0×10 ⁰ -1*	1.8×10 ² **	0**	0**	3.0×10 ⁻¹ *
懸吊	42	最小値	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大値	2.5×10 ⁴ <	5.0×10 ⁰	5.0×10 ⁰	5.5×10 ¹	2.5×10 ⁴ <	7.3×10 ⁰	6.5×10 ⁰	2.6×10 ¹
		平均値	1.9×10 ³	4.0×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻¹	2.3×10 ⁰	1620.6	4.0×10 ⁻¹	2.0×10 ⁻¹	1.5×10 ⁰
		中央値	1.3×10 ¹	0*	0*	0*	9.6×10 ⁰ **	0**	0**	0**

*: p<0.05, **:p<0.01

表6 鹿枝肉の拭き取り検体における衛生指標細菌数（剥皮法別）

剥皮法	検体数（頭）	値	胸部				肛門周囲部			
			一般細菌 (cfu/cm ²)	大腸菌群 (cfu/cm ²)	大腸菌 (cfu/cm ²)	黄色 ブドウ球菌 (cfu/cm ²)	一般細菌 (cfu/cm ²)	大腸菌群 (cfu/cm ²)	大腸菌 (cfu/cm ²)	黄色 ブドウ球菌 (cfu/cm ²)
ウィンチ	96	最小値	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大値	2.5×10 ⁴ <	1.7×10 ²	2.0×10 ¹	7.8×10 ⁰	2.5×10 ⁴ <	1.7×10 ²	4.4×10 ¹	1.5×10 ¹
		平均値	9.1×10 ²	3.6×10 ⁰	2.0×10 ⁻¹	5.0×10 ⁻¹	1979.3	3.8×10 ⁰	1.1×10 ⁰	8.0×10 ⁻¹
		中央値	4.0×10 ⁰ **	0	0*	0**	1.3×10 ¹ **	0	0**	0**
手剥ぎ	128	最小値	0	0	0	0	0	0	0	0
		最大値	2.5×10 ⁴ <	1.5×10 ³ <	1.5×10 ³ <	7.9×10 ⁰	2.5×10 ⁴ <	1.5×10 ³ <	1.5×10 ³ <	6.2×10 ¹
		平均値	2.8×10 ²	1.9×10 ¹	1.9×10 ¹	1.0×10 ⁻¹	5.9×10 ²	3.0×10 ¹	2.5×10 ¹	8.0×10 ⁻¹
		中央値	0**	0	0*	0**	0**	0	0**	0**

*: p<0.05, **:p<0.01

表7 猪枝肉の拭き取り検体における衛生指標細菌数（剥皮法別）

剥皮法	値	検体数 (頭)	胸部				肛門周囲部			
			一般細菌 (cfu/cm ²)	大腸菌群 (cfu/cm ²)	大腸菌 (cfu/cm ²)	黄色 ブドウ球菌 (cfu/cm ²)	一般細菌 (cfu/cm ²)	大腸菌群 (cfu/cm ²)	大腸菌 (cfu/cm ²)	黄色 ブドウ球菌 (cfu/cm ²)
フィンチ	最小値	15	6.9×10 ⁰	0	0	0	7.7×10 ⁰	0	0	0
	最大値		2.5×10 ⁴ <	4.6×10 ⁰	0	5.5×10 ¹	6.8×10 ³	7.3×10 ⁰	1.9×10 ⁰	8.2×10 ⁰
	平均値		2.3×10 ³	5.0×10 ⁻¹	0	4.0×10 ⁰	9.7×10 ²	8.0×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	1.2×10 ⁰
	中央値		1.0×10 ² *	0	0	0	3.1×10 ² *	0	0	2.0×10 ⁻¹
手剥ぎ	最小値	74	0	0	0	0	0	0	0	0
	最大値		2.5×10 ⁴ <	2.6×10 ²	2.6×10 ²	1.7×10 ¹	2.5×10 ⁴ <	1.5×10 ³ <	1.5×10 ³ <	1.5×10 ²
	平均値		1.8×10 ³	1.1×10 ¹	9.2×10 ⁰	1.0×10 ⁰	3.3×10 ³	8.5×10 ¹	8.4×10 ¹	6.7×10 ⁰
	中央値		1.3×10 ¹ *	0	0	1.0×10 ⁻¹	1.8×10 ¹ *	0	0	0
湯剥ぎ	最小値	10	5.5×10 ⁰	0	0	0	5.8×10 ⁰	0	0	0
	最大値		2.5×10 ⁴ <	1.5×10 ¹	1.5×10 ¹	3.2×10 ⁰	1.4×10 ⁴	1.5×10 ¹	1.5×10 ¹	1.8×10 ⁰
	平均値		4.5×10 ³	6.1×10 ⁰	2.7×10 ⁰	8.0×10 ⁻¹	2.2×10 ³	4.7×10 ⁰	3.3×10 ⁰	5.0×10 ⁻¹
	中央値		4.1×10 ² *	0	1.8×10 ⁰	1.0×10 ⁻¹	5.9×10 ²	0	0	1.0×10 ⁻¹

*: p<0.05

表8 わが国の野生鳥獣肉処理施設で処理された各鹿処理工程における衛生指標細菌数

工程	採取部位	一般細菌							大腸菌							
		A1	A2	A3	A4	B1	B2	平均	A1	A2	A3	A4	B1	B2	平均	
上の割し	裏面半球	nt.	st.	nt.	nt.	2.3e10 ²	nt.	2.3e10 ²	st.	nt.	st.	st.	5.0e10 ⁻²	st.	5.0e10 ⁻²	
表皮洗浄前	肉*	nt.	2.5e10 ³	1.6e10 ⁴	2.3e10 ³	2.1e10 ²	1.3e10 ³	9.8e10 ⁻⁴	st.	2.4e10 ²	1.0e10 ¹	1.0e10 ²	0	0	8.9e10 ¹	
	腰肉正中	nt.	2.2e10 ⁴	1.2e10 ³	1.5e10 ³	1.7e10 ²	2.2e10 ¹	5.3e10 ³	st.	1.0e10 ⁻¹	0	0	0	0	2.0e10 ⁻²	
	紅門肉質	nt.	4.8e10 ²	1.6e10 ³	6.9e10 ³	2.0e10 ³	1.9e10 ²	2.4e10 ³	st.	5.3e10 ⁰	5.1e10 ¹	1.2e10 ²	2.0e10 ⁰	3.6e10 ¹	4.2e10 ¹	
表皮洗浄後	肉*	1.4e10 ⁴	0	0	6.5e10 ³	9.3e10 ³	5.2e10 ³	9.1e10 ⁻⁴	0	0	0	0	0	1.2e10 ⁴	2.0e10 ³	
	腰肉正中	5.4e10 ²	2.6e10 ¹	1.4e10 ¹	1.4e10 ⁰	8.6e10 ⁰	1.1e10 ¹	9.9e10 ¹	0	0	0	0	0	0	0	
	紅門肉質	1.2e10 ⁴	1.7e10 ¹	1.9e10 ²	2.3e10 ¹	1.8e10 ²	2.0e10 ³	3.3e10 ³	1.5e10 ²	0	4.0e10 ¹	1.3e10 ⁰	1.3e10 ¹	4.2e10 ¹	4.3e10 ¹	
	肉内裏面	nt.	st.	nt.	nt.	st.	6.4e10 ³	6.4e10 ³	st.	nt.	st.	st.	nt.	2.3e10 ⁰	2.3e10 ⁰	
削皮後	作業着(手)**	1.7e10 ⁴	1.6e10 ⁴	6.4e10 ⁴	9.5e10 ⁴	1.7e10 ⁴	7.5e10 ³	3.6e10 ⁻⁴	9.9e10 ²	2.5e10 ¹	0	0	1.0e10 ¹	0	1.7e10 ²	
	ナイフ***	1.8e10 ³	1.8e10 ⁴	5.5e10 ¹	5.7e10 ³	1.6e10 ³	1.1e10 ²	4.5e10 ³	1.2e10 ²	0	0	0	0	0	1.9e10 ¹	
肉割離した後	作業着(手)**	1.7e10 ⁴	6.7e10 ⁴	9.5e10 ³	2.1e10 ⁴	1.1e10 ³	4.5e10 ¹	1.9e10 ⁻⁴	3.0e10 ¹	0	0	0	0	0	5.0e10 ⁰	
	ナイフ***	3.6e10 ⁴	1.5e10 ³	9.7e10 ⁻⁴	1.1e10 ³	9.5e10 ²	3.0e10 ²	6.2e10 ⁻⁴	4.0e10 ¹	0	2.0e10 ¹	1.5e10 ¹	0	0	1.3e10 ¹	
枝肉洗浄前	圧	4.9e10 ⁰	6.4e10 ⁰	1.8e10 ⁰	2.1e10 ¹	2.7e10 ³	5.6e10 ³	1.4e10 ³	0	0	0	0	0	0	1.5e10 ⁻¹	2.3e10 ⁻²
	壁	0	0	0	0	5.0e10 ⁻²	5.0e10 ⁻¹	9.0e10 ⁻²	0	0	0	0	0	0	0	0
	局部	0	0	4.5e10 ⁻¹	8.0e10 ⁻¹	3.0e10 ⁻¹	0	2.6e10 ⁻¹	0	0	0	0	0	0	0	0
	紅門肉質	9.4e10 ⁰	2.3e10 ¹	2.0e10 ⁻¹	6.4e10 ¹	9.0e10 ⁰	2.3e10 ⁰	1.8e10 ¹	2.0e10 ⁰	0	0	0	0	0	0	3.3e10 ⁻¹
枝肉洗浄後	局部	0	0	1.0e10 ⁻¹	4.5e10 ⁻¹	4.0e10 ⁻¹	1.0e10 ⁻¹	1.8e10 ⁻¹	0	0	0	0	0	0	0	0
	紅門肉質	1.6e10 ⁻¹	0	0	5.0e10 ⁻²	1.4e10 ⁰	2.3e10 ¹	4.1e10 ⁰	0	0	0	0	0	0	3.3e10 ⁰	5.4e10 ⁻¹
肉俵	9.3e10 ³	1.0e10 ⁴	2.2e10 ¹	1.5e10 ³	2.0e10 ³	9.0e10 ³	2.0e10 ³	6.9e10 ³	8.3e10 ³	1.1e10 ⁴	st.	1.3e10 ³	6.9e10 ³	1.9e10 ⁴		

(cfu/cm²) *肉 : cfu/筋 **作業着(手) : cfu/手 ***ナイフ : cfu/1平 nt 検訂せず <10¹ 10² 10³ 10⁴ 10⁵<

表9 鹿肉の熟成前後における衛生指標細菌数の推移

番号	一般細菌		大腸菌群		大腸菌		黄色ブドウ球菌	
	熟成前	熟成後	熟成前	熟成後	熟成前	熟成後	熟成前	熟成後
1	1.0x10 ²	8.2x10 ³	3.5x10 ⁰	0	3.5x10 ⁰	0	0	0
2	1.2x10 ³	8.5x10 ³	3.0x10 ⁰	3.0x10 ⁰	3.0x10 ⁰	0	0	0
3	1.8x10 ³	2.4x10 ³	7.0x10 ⁰	0	5.0x10 ⁰	0	0	0
4	1.0x10 ²	4.1x10 ²	1.0x10 ⁰	1.0x10 ⁰	1.0x10 ⁰	1x10 ⁰	0	0
5	2.5x10 ²	1.0x10 ²	0	0	0	0	0	0
6	6.6x10 ¹	3.6x10 ³	1.0x10 ⁰	5.0x10 ⁻¹	1.0x10 ⁰	0	0	0
7	5.0x10 ¹	1.1x10 ³	0	0	0	0	0	0
8	4.0x10 ³	3.2x10 ¹	3.0x10 ⁰	0	5.0x10 ⁻¹	0	0	0
9	4.1x10 ²	6.1x10 ²	1.0x10 ⁰	1.0x10 ¹	0	0	0	0
10	1.1x10 ³	5.1x10 ³	1.0x10 ⁰	5.0x10 ⁰	5.0x10 ⁻¹	0	0	0