

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

と畜・食鳥処理場における HACCP の検証及び
食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に資するための研究

令和5～7年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 森田 幸雄

令和8（2026）年 5月

目 次

I. 総合研究報告

- と畜・食鳥処理場における HACCP の検証及び食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に
資するための研究 ----- 1
麻布大学／森田 幸雄

II. 分担研究報告

1. と畜場・食鳥処理場の衛生管理実態把握と衛生向上に向けた研究----- 17
麻布大学／森田 幸雄 他
2. 食鳥内臓肉における病原微生物の汚染実態把握と汚染低減に向けた研究----- 30
鹿児島大学／中馬 猛久
3. 認定小規模食鳥処理場における衛生管理及び市販鶏肉のリステリア
汚染実態に関する研究----- 33
国立医薬品食品衛生研究所／岡田 由美子 他
4. 食肉における病原微生物の汚染実態把握、性状解析並びにモニタリング手法
に関する研究 ----- 47
大阪公立大学大学院／山崎 伸二 他
5. と畜場・食鳥処理場の環境モニタリング手法に関する研究 ----- 54
東洋大学／下島 優香子 他
6. HACCP 検証の評価手法に関する研究 ----- 65
北海道大学大学院／小関 成樹 他

III. 研究成果の刊行に関する一覧表 ----- 72

令和 5-7 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)

総括研究報告書

と畜・食鳥処理場における HACCP の検証及び 食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に資するための研究

研究代表者 森田 幸雄 麻布大学獣医学部

研究要旨：本研究班では、と畜場・食鳥処理場における HACCP の検証及び食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に資することを目的として、令和 5 年度から令和 7 年度までの 3 年間に、6 分担研究を相互に関連付け、研究対象を①農場及び搬入家畜、②と畜・食鳥処理工程、③施設環境、④製品、⑤流通・保存、⑥消費段階の 6 段階に整理して評価した。

①農場及び搬入家畜：農場 HACCP 導入農場では CCP の管理基準からの逸脱が認められず、生産物の安全性確保に有効であることが確認された。一方、生産性・収益性への効果は農場により異なり、文書・記録作成の負担、人員確保、教育訓練及びデジタルツール活用が継続運用上の課題であった。と畜場搬入黒毛和種牛では EHEC が 90 頭中 16 頭(18%)、カンピロバクターが 90 頭中 45 頭 (50%) から検出された一方、サルモネラは糞便スワブ 262 検体から分離されなかった。肥育豚では *H. suis* の保菌が確認されたが枝肉からは検出されなかった。②と畜・食鳥処理工程：めん羊枝肉では部位により衛生指標菌数が異なり、豚枝肉では糞便、残皮、消化管内容物、胆汁、獣毛、接触痕等の異物付着部位に微生物汚染が認められた。85℃温湯処理は豚枝肉表面の微生物負荷を低減した。全国の外部検証微生物試験データの解析から、工程管理目標の目安として牛・豚では一般生菌数 4.0、腸内細菌科菌群 2.0 log CFU/cm² 以下、食鳥ではそれぞれ 5.5 及び 4.0 log CFU/cm² 以下が推定され、食鳥とたいのカンピロバクターでは 2.6 又は 3.0 log CFU/g が工程管理目標案となり得ることが示された。大規模及び認定小規模食鳥処理場の衛生管理実態を把握し、牛・豚・大規模食鳥処理場の危害要因分析表等を作成した。③施設環境：環境モニタリングの実施経験を有する施設は 34.5%にとどまったが、一般生菌数、腸内細菌科菌群及び *Listeria spp.* の検査により、床、排水溝、設備、冷蔵庫、副産物処理エリア等の施設内汚染を可視化できた。*Listeria monocytogenes* 及び *Listeria innocua* の MLST 解析は汚染経路推定に有用であり、フィルム培地等の簡易手法についても現場適用性を検討した。④製品：市販鶏肉・鶏レバーからカンピロバクター及びサルモネラが検出され、衛生指標菌数のみから主要病原菌汚染を予測することは困難であった。鶏レバーでは 2023 年度 38 検体中 22 検体、2024 年度 62 検体中 40 検体からカンピロバクターが検出され、内部又は断面からもカンピロバクター及び *Aeromonas* 属菌が検出された。市販鶏肉では *Listeria monocytogenes* の陽性率が約 29.2%、*Listeria* 属菌全体では 68.8%であった。Providencia 属菌は市販食肉 149 検体中 81 検体(54%)から検出され、*P. alcalifaciens* 及び *P. rustigianii* が主要菌種であり、P-multiplex PCR を用いたモニタリング手法を構築した。⑤流通・保存：市販牛肉・豚肉では主要な食中毒菌は検出されなかったが、4℃での保存中に一般生菌数が増加し、*Pseudomonas* 属、*Serratia* 属等の低温増殖性細菌が菌叢変化及び品質劣化に関与することが示された。豚枝肉の 85℃温湯処理後に製造した部分肉では、低温保存中の異臭発生が遅延し、初期汚染低減と低温流通管理を組み合わせる重要性が示された。⑥消費段階：加熱不十分な鶏レバーの喫食リスクを踏まえ、表面焼烙及び次亜塩素酸ナトリウム水処理の有効性を検討した。2025 年度は鶏レバーを計 34 検体購入し、評価可能であった 33 検体中 18 検体 (54.5%)

がカンピロバクター陽性であった。10～200 ppm、5 又は 30 分間の次亜塩素酸ナトリウム水処理では明確な低減効果は認められず、汚染菌数レベルは個体差よりもロット、すなわち鶏群に依存する傾向が示された。表面処理のみを最終的な安全確保手段とすることはできず、中心部まで十分に加熱することが不可欠である。以上、6 段階を通じた成果から、HACCP の実効性を高めるためには、外部検証、病原微生物・衛生指標菌のモニタリング、環境モニタリング、菌叢解析、工程観察及び低減処理の妥当性確認を組み合わせ、施設ごとの衛生管理状態を科学的に継続評価することが重要であると結論した。

研究分担者

中馬 猛久 鹿児島大学共同獣医学部
岡田 由美子 国立医薬品食品衛生研究所
山崎 伸二 大阪公立大学大学院獣医学研究科
下島 優香子 東洋大学食環境科学部
小関 成樹 北海道大学大学院農学研究院

研究協力者

(敬称略、五十音順)

赤池 洋 森久保薬品(株)
秋田 悠花 東洋大学食環境科学部
浅野 晋 山形県庄内食肉衛生検査所
安達 悠太 麻布大学
安藤 知弘 山形市食肉衛生検査所
池内 隼佑 国立医薬品食品衛生研究所
池田 完 山形県庄内食肉衛生検査所
石井 智子 群馬県食肉衛生検査所
石岡 大成 高崎健康福祉大学
井上 伸子 群馬県食肉衛生検査所
漆山 尚也 山形県庄内食肉衛生検査所
上原 さとみ 東京都健康安全研究センター微生物部
太田 智恵子 静岡県食肉衛生検査所
大石 和樹 麻布大学
大竹 令倭 山形市食肉衛生検査所
小川 桃花 麻布大学
岡谷 友三アレシャンドレ 麻布大学
小黑 基輝 静岡県食肉衛生検査所
小田 みどり 静岡県食肉衛生検査所
小野 亜矢子 浜松市保健環境研究所食肉衛生検査所
小野田 伊佐子 静岡県食肉衛生検査所
小野寺 仁 JA 飛騨ミート
小原 結衣 東洋大学食環境科学部
加藤 千晶 東京家政大学大学院
河合 香穂 麻布大学
川畑 英幸 スターゼンミートプロセッサー(株)
菊池 貴子 スターゼン(株)

久保田 英治 群馬県食肉衛生検査所
越 勝男 岐阜県飛騨食肉衛生検査所
小池 史晃 JA 飛騨ミート
小林 光士 JA 飛騨ミート
五明 開 東洋大学食環境科学部
坂下 幸久 岐阜県飛騨食肉衛生検査所
佐藤 空見子 山形県庄内食肉衛生検査所
塩野 雅孝 群馬県食肉衛生検査所
庄司 和美 群馬県食肉衛生検査所
新村 夏海 麻布大学
陳内 理生 国立医薬品食品衛生研究所
杉山 英視 静岡県食肉衛生検査所
須藤 亜寿佳 山形県庄内食肉衛生検査所
鈴木 このみ 麻布大学
関 絵理子 麻布大学
高橋 慎之介 横浜市食肉衛生検査所
田内 春香 麻布大学
多胡 絵理香 群馬県食肉衛生検査所
田端 大也 静岡県食肉衛生検査所
谷治 杏菜 麻布大学
塚本 真由美 岐阜県飛騨食肉衛生検査所
土屋 響己 東洋大学大学院食環境科学研究科
都丸 亜希子 国立医薬品食品衛生研究所
富田 昌俊 スターゼン(株)
内藤 美帆 麻布大学
長井 誠 麻布大学
永瀬 正幸 JA 飛騨ミート
中江 優貴 静岡県食肉衛生検査所
仲川 龍雅 東洋大学食環境科学部
中村 隆史 スターゼンミートプロセッサー(株)
奈須 正知 スターゼンミートプロセッサー(株)
西田 智子 国立医薬品食品衛生研究所
畑中 律敏 大阪公立大学大学院獣医学研究科
花田 博 スターゼンミートプロセッサー(株)
久永 崇宏 静岡県食肉衛生検査所
平野 かおり 山形市食肉衛生検査所
廣木 勇太 静岡県食肉衛生検査所
藤川 達也 静岡県食肉衛生検査所

藤巻 かな子 群馬県食肉衛生検査所
 巻島 太一 東洋大学食環境科学部
 間瀬 徹 群馬県食肉衛生検査所
 溝脇 実央 JA 飛騨ミート
 宮垣 真理子 岐阜県飛騨食肉衛生検査所
 宮島 樹 東洋大学食環境科学部
 村上 拓 セッツ(株)
 茂垣 翔大 東洋大学食環境科学部
 茂木 啓陽 四日市市保健所食品衛生検査所
 森田 聡志 群馬県食肉衛生検査所
 森山 遥 麻布大学
 山崎 昭子 群馬県食肉衛生検査所
 山本 久美子 群馬県食肉衛生検査所
 吉富 真理 国立保健医療科学院
 李 榕真 麻布大学
 渡邊 あかり 群馬県食肉衛生検査所
 渡邊 さつき 静岡県食肉衛生検査所
 渡邊 哲史 麻布大学

(敬称略、ABC 順)

Awasthi Sharda Prasad 大阪公立大学大学院
 獣医学研究科
 Clarita M. Sangcal National Meat Inspection Service,
 Philippines
 Obi Okechukwu 大阪公立大学大学院
 獣医学研究科
 Roberto S. Umali National Meat Inspection Service,
 Philippines

A. 研究目的

食肉及び食鳥肉の安全性を確保するためには、農場における生産段階から、と畜場・食鳥処理場における処理工程、施設環境、製品、流通・保存、調理・消費に至るまで、フードチェーン全体において科学的根拠に基づく衛生管理を実施する必要がある。我が国では令和3年6月から、と畜場及び食鳥処理場において HACCP に基づく衛生管理が完全施行された。制度導入後は、衛生管理計画を作成し運用することに加え、その計画及び管理手段が実際の施設・工程で有効に機能しているかを妥当性確認及び検証により継続的に評価し、必要に応じて改善することが重要となる。

本研究は、と畜場・食鳥処理場における HACCP の検証及び食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に資する科学的根拠を整備することを目的として、令和5年度から令和7年度までの3年間に実施した。研究対象を、①農場及び搬入家畜、②と畜・食鳥処理工程、③施設環境、④製品、⑤流通・保存、

⑥消費段階に広げ、病原微生物及び衛生指標菌の汚染実態、外部検証データ、低減処理の効果、菌叢解析、環境モニタリング及び衛生管理実態を相互に関連付けて評価した。以下、研究目的、方法、結果、考察及び結論を、この6段階に沿って整理した。

① 農場及び搬入家畜

農場 HACCP の導入効果を食品安全、生産性及び継続運用の観点から評価するとともに、と畜場へ搬入される黒毛和種牛の EHEC、カンピロバクター及びサルモネラの保菌状況、肥育豚の *Helicobacter suis* 保菌状況等を把握し、と畜・食鳥処理工程に持ち込まれる微生物学的危害を明らかにすることを目的とした。

② と畜・食鳥処理工程

めん羊枝肉の部位別衛生状況、豚枝肉付着異物の微生物汚染及び 85℃温湯処理の低減効果を評価した。また、全国自治体から厚生労働省へ報告された外部検証微生物試験データを用いて牛・豚・食鳥とたいの工程管理状態及び工程管理目標の目安を検討した。さらに、大規模及び認定小規模食鳥処理場の衛生管理実態を把握し、3年間の研究成果を牛、豚及び大規模食鳥処理場の危害要因分析表等へ反映することを目的とした。

③ 施設環境

と畜場、食鳥処理場、食肉処理施設及びジビエ解体処理施設における環境モニタリングの実施状況を把握し、一般生菌数、腸内細菌科菌群及び *Listeria spp.* を用いた施設内汚染の可視化、MLST による汚染経路推定、簡易代替試験法及びふき取り資材の有用性を検討することを目的とした。

④ 製品

市販鶏肉、鶏レバー、牛肉及び豚肉を対象に、カンピロバクター、サルモネラ、*Listeria monocytogenes*、*Providencia* 属菌等の汚染実態を把握し、衛生指標菌との関連及び製品段階に残存する微生物学的危害を評価した。また、鶏レバーについては表面・内部汚染を区別して調査し、市販食肉の *Providencia* 属菌については病原因子保有状況とモニタリング手法を検討した。

⑤ 流通・保存

市販牛肉及び豚肉の低温保存中の一般生菌数及び菌叢変化を解析し、低温増殖性細菌による品質変化を評価した。また、85℃温湯処理後に製造した豚部分肉の低温保存試験を行い、初期菌数低減が保存中の菌叢変化及び異臭発生に与える影響を検討した。

⑥ 消費段階

消費段階に直接介入する調査は実施していないが、加熱不十分な鶏レバーの喫食による食中毒リスクを想定し、鶏レバーの内部汚染実態並びに表面焼烙及び次亜塩素酸ナトリウム水処理の有効性を検討した。その結果を基に、消費時の安全確保に必要な加熱の位置付けを科学的に整理することを目的とした。

3 年間の研究展開と総括目的

令和5年度は、農場 HACCP、搬入牛 EHEC、市販鶏肉・鶏レバー、*Providencia* 属菌、環境モニタリング、外部検証等について基礎的な実態把握を行った。令和6年度は、養豚農場 HACCP、搬入牛カンピロバクター・サルモネラ、めん羊枝肉、大規模食鳥処理場、市販牛・豚肉の低温保存、鶏レバー定量・表面焼烙等へ対象を拡大した。令和7年度は、豚枝肉付着異物・温湯処理、認定小規模食鳥処理場、市販鶏肉 *Listeria*、*Providencia* モニタリング法、鶏レバー次亜塩素酸ナトリウム水処理及び危害要因分析表へ展開した。これらを①～⑥のフードチェーン段階で統合し、HACCPに基づく衛生管理の妥当性確認及び検証、衛生管理計画の改善、外部検証の効率化、病原微生物汚染の低減並びに食肉・食鳥肉の安全性向上に資する科学的基礎資料として整理することを総括目的とした。

B. 研究方法

① 農場及び搬入家畜

1) 農場 HACCP 導入効果

令和5年度には、黒毛和種牛約280頭を飼養する肥育農場を対象として、農場 HACCP 導入後の CCP 逸脱状況、呼吸器疾病治療頭数、死亡頭数、BMS スコア及び等級率等を調査した。当該農場では、出荷牛選別工程において薬剤残留を化学的危険、注射針混入を物理的危険として CCP を設定していた。令和6年度には、母豚約300頭の一貫生産養豚農場を対象として、抗菌性物質等の残留及び注射針片の残留を CCP として、CCP 逸脱状況、平均生存産子数、離乳前死亡率、離乳後死亡率等を調査した。さらに3年間を通じて、乳用牛、肉用牛及び養豚農場に対象を広げ、安全性、生産性、収益性、記録作成及び運用上の課題を整理した。

2) 搬入家畜の病原微生物保菌状況

EHEC については、2021年5～10月にと畜場へ搬入された黒毛和種牛90頭の盲腸内容から分離・保存された株を用い、PCRによるOg型別等を実

施した。カンピロバクターについては同じ90頭(57農場)由来株について、PCRによる菌種同定、*C. jejuni* 病原性関連遺伝子の保有状況、血清型別及び薬剤感受性試験を実施し、農場別の保菌状況を解析した。サルモネラについては、2024年9月129検体及び2025年1月133検体、合計262検体の黒毛和種牛糞便スワブを対象に増菌・選択分離を行った。肥育豚については、搬入時の *H. suis* 保菌状況と枝肉への汚染の有無を調査した。

② と畜・食鳥処理工程

1) 枝肉の衛生状況、異物付着及び温湯処理

2024年3～7月に群馬県内のと畜場で処理されためん羊4頭の枝肉について各30部位を10×10cm²でふき取り、一般生菌数、腸内細菌科菌群数、大腸菌群数及び大腸菌数を測定した。めん羊糞便については、サルモネラ、カンピロバクター、EHEC 及びリステリアの分離を行い、さらに次世代シーケンサーを用いた菌叢解析を実施した。豚枝肉では、糞便、残皮、黒色異物、消化管内容物、胆汁、ダスト、獣毛及び接触痕等を採取し、一般生菌数等を測定した。また、豚枝肉表面に85℃の温湯処理を行い、処理前後の微生物負荷を比較した。

2) HACCP 外部検証の評価

令和2～4年度に各自治体から厚生労働省へ報告された外部検証微生物試験成績を用いた。解析対象は、牛とたいの一般生菌数及び腸内細菌科菌群数9,745検体、豚とたい10,700検体、食鳥とたい6,064検体、並びに食鳥とたいのカンピロバクター定量試験2,651検体とした。年度別、季節別及び施設別に菌数分布を整理し、平均値、標準偏差及びパーセンタイル値から工程管理目標の目安を検討した。牛とたいについては、施設を対米輸出向け、対台湾・シンガポール向け及び国内向け等に区分し、施設区分別の衛生管理状態を比較した。さらに、低菌数レベルが安定して維持されている施設について、外部検証データ取得間隔を3か月又は6か月とすることの可能性を検討した。

3) 食鳥処理場の衛生管理実態

国内鶏肉の食中毒菌汚染について、医中誌、PubMed 及び ScienceDirect を用い、2019～2024年に報告された食鳥処理済み鶏肉及び市販鶏肉に関する文献を検索した。諸外国の汚染低減法についても検索し、過酢酸製剤等を含む処理方法の効果及び管理上の留意点を整理した。大規模食鳥処理場については、全国食肉衛生検査所協議会の協力を得て、処理方法、使用機器、洗浄・消毒、チ

ラー水、CCP、環境ふき取り及び外部検証等のアンケートを実施し、93 処理場の実態を解析した。認定小規模食鳥処理場については、68 か所の食肉衛生検査所・保健所等から 638 処理場の回答を得て、入荷状態、鳥種、処理羽数、機械化、HACCP 又は HACCP の考え方に基づく衛生管理、CCP 設定等を解析した。

4) 危害要因分析及び海外情報

3 年間に得られた微生物学的知見及び国内外の衛生管理情報を整理し、牛、豚及び大規模食鳥処理場を対象とした危害要因分析表等を作成した。令和 5 年度にはフィリピン National Meat Inspection Service (NMIS) 及び関連施設を訪問し、食鳥処理場 2 施設、豚と畜場 1 施設、食肉処理施設 1 施設、冷凍保管配送施設 1 施設等を調査して比較情報を収集した。

③ 施設環境

令和 5 年度に全国食肉衛生検査所協議会加入 111 機関へアンケートを行い、99 機関から回答を得た。環境モニタリング実施経験、対象施設、対象区域、検査項目、頻度及び活用方法を調査した。実地調査は 2023～2025 年に複数のと畜場、食鳥処理場、食肉処理施設及びジビエ解体処理施設で実施し、床、排水溝、作業台、コンベア、背割機、冷蔵庫、副産物処理エリア、牛生体外皮、牛盲腸便等を対象とした。一般生菌数及び腸内細菌科菌群数を測定し、*Listeria spp.* を分離同定した。*L. monocytogenes* 及び *L. innocua* については MLST 解析を実施した。フィルム培地法と混釈法の比較、並びにリン酸緩衝生理食塩水、中和バッファー等のふき取り資材含浸液の比較も行った。

④ 製品

1) 市販鶏肉・鶏レバーの病原微生物及び衛生指標菌

市販鶏肉 56 検体 (モモ 18、ムネ 21、ササミ 17) 及び鶏レバー 17 検体について、カンピロバクター及びサルモネラの検出、菌種・血清型・病原性関連遺伝子・薬剤感受性並びに一般生菌数、腸内細菌科菌群数、大腸菌群数及び大腸菌数を解析し、病原菌検出との関連を検討した。

2) 鶏レバーの表面・内部汚染

2023 年度は鹿児島市内 4 店舗から購入した鶏レバー 38 検体、2024 年度は鹿児島県内 4 店舗から購入した 62 検体を対象とした。カンピロバクターは MPN 法及び一部で mCCDA Clear 寒天培地による平板希釈法を用いて定量し、PCR で *C. jejuni* 又は *C. coli* を同定した。サルモネラは増菌・

選択分離後に生化学性状及び血清型を確認し、一部検体では MPN 法により菌数を推定した。レバー内部又は断面は、表面を消毒後に切断し、断面をバツラー寒天培地及び血液寒天培地にスタンプして細菌を分離し、PCR、MALDI-TOF MS 及び 16S rRNA 遺伝子配列解析で同定した。

3) 市販鶏肉の *Listeria* 属菌

市販鶏肉について、*Listeria monocytogenes* 及びその他の *Listeria* 属菌の分離、菌量及び遺伝子解析を行い、汚染実態と汚染経路を検討した。

4) 市販食肉の *Providencia* 属菌

国内市販食肉 149 検体 (鶏肉 60、豚肉 61、牛肉 28) を対象とし、緩衝ペプトン水による増菌後、*Providencia* 属菌特異的 16S rRNA 遺伝子及び細胞膨化致死毒素関連遺伝子を検出する P-duplex PCR、並びに 3 型分泌装置関連遺伝子 pSpaL の PCR を実施した。PCR 陽性増菌液は PMXMP 寒天培地に接種し、疑わしい集落を PCR 及び生化学性状試験で同定した。一部検体では増菌前の *Providencia* 属菌数と大腸菌群数を比較した。さらに、*Providencia* 属菌特異的遺伝子、*Pcdt* 遺伝子及び *invA* 遺伝子等を同時に検出し得る P-multiplex PCR を構築し、感度・特異度と低菌数検出性能を評価した。

⑤ 流通・保存

市販牛肉 14 検体及び豚肉 18 検体について、購入直後及び 4℃で 14 日保存後に一般生菌数を 35℃、30℃及び 15℃の異なる培養条件で測定し、サルモネラ、カンピロバクター及び EHEC の分離を試みた。保存試験の一部では次世代シーケンサー (NGS) を用いて菌叢変化を解析した。また、85℃温湯処理後に製造した豚部分肉を低温保存し、一般生菌数、衛生指標菌、菌叢変化及び異臭発生状況を調査した。

⑥ 消費段階

鶏レバーを加熱不十分な状態で喫食する場合のリスク低減を念頭に、2024 年度には加熱した金属ヘラによる表面焼烙試験を実施した。2025 年度には鹿児島市内の小売店から鶏レバーを 5 回にわたり計 34 検体購入し、各レバーから採取した 25 g を MPN 法によるカンピロバクター数の評価に供した。同一レバーからさらに 25 g を採取し、10、50、100 又は 200 ppm の次亜塩素酸ナトリウム水に 5 分間又は 30 分間浸漬して、処理前後の菌数を比較した。実験中の事故により 1 検体は評価不能であったため、カンピロバクター汚染状況の評価対象は 33 検体とした。これらの低減処理の結果から、消費時の安全確保に表面処理のみで十分

かを検討した。

研究班全体の成果の統合方法

各分担研究で得られた病原微生物及び衛生指標菌の検出・定量結果、外部検証微生物試験データ、アンケート調査結果、菌叢解析、低減処理、環境モニタリング及び分子疫学解析の結果を、①農場及び搬入家畜、②と畜・食鳥処理工程、③施設環境、④製品、⑤流通・保存、⑥消費段階に整理した。さらに、各年度の成果が次年度の研究課題設定及び最終的な危害要因分析・検証手法にどのようにつながったかを整理し、行政及び現場で活用可能な科学的基礎資料として統合した。

C. 研究結果

① 農場及び搬入家畜

1) 農場 HACCP 導入効果

黒毛和種牛肥育農場では、調査期間を通じて薬剤残留及び注射針混入に関する CCP の逸脱は認められず、安全性は確保されていた。導入 6 か月未満の牛の呼吸器疾病治療頭数は 2017 年 78 頭であったが、2018 年以降は有意に減少した。死亡頭数に明確な有意差は認められなかったものの、BMS スコア及び高等級率は導入前と比較して上昇傾向を示した。養豚農場においても、抗菌性物質等の残留及び注射針片の残留を対象とした CCP に逸脱は認められなかった。平均生存産子数は年次的に増加傾向を示した一方、離乳前死亡率等の衛生管理目標は全ての年で達成されたわけではなかった。乳用牛、肉用牛及び養豚農場を含む検討から、農場 HACCP は生産物の安全性確保に有効である一方、生産性・収益性への効果は一樣ではなく、文書・記録作成の負担、人員確保、教育訓練及びデジタルツール活用が継続運用上の課題として整理された。

2) 搬入家畜の病原微生物保菌

EHEC は黒毛和種牛 90 頭中 16 頭（18%）から分離された。Og 型は Og5 が 6 頭と最も多く、Og109 が 3 頭、Og49、Og157、Og136、複数 Og 型又は非特定を含む株が認められ、分離株の大部分は O157 以外であった。カンピロバクターは 90 頭中 45 頭（50%）から分離され、57 農場中 32 農場で陽性牛が確認された。分離菌では *C. jejuni* が最も多く、*C. coli* 及び *C. hyointestinalis* も認められた。一方、黒毛和種牛糞便スワブ 262 検体からサルモネラは分離されなかった。肥育豚では *H. suis* の高率な保菌が確認された一方、枝肉からは検出されなかった。

3 年間の年度別展開

令和 5 年度は、黒毛和種牛肥育農場における農場 HACCP 導入効果と黒毛和種牛の EHEC 保菌状況を中心に、農場段階及び搬入段階の基礎的な危害情報を整理した。EHEC は 90 頭中 16 頭（18%）から検出され、その大部分が O157 以外であったことから、危害要因分析で非 O157 EHEC を含める必要性が明確となった。

令和 6 年度は、養豚農場 HACCP、と畜場搬入黒毛和種牛のカンピロバクター及びサルモネラ保菌へ対象を拡大した。黒毛和種牛ではカンピロバクターが 90 頭中 45 頭（50%）、57 農場中 32 農場から検出された一方、サルモネラは 262 検体から分離されなかった。これにより、畜種のみで一括して危害を評価するのではなく、病原体ごとの国内保菌実態に基づく危害要因分析が必要であることが示された。

令和 7 年度は、肥育豚の *H. suis* 保菌と枝肉への移行を検討し、搬入時に保菌が認められても枝肉からは検出されないことを確認した。3 年間を通じて、農場での危害管理と搬入家畜の保菌実態を、と畜・食鳥処理工程の危害要因分析へつなげる基礎資料を整備した。

② と畜・食鳥処理工程

1) 枝肉表面の衛生状況、異物付着及び温湯処理

めん羊 4 頭の枝肉各 30 部位では、全ての部位から一般生菌が検出され、対数平均は 3.13 log CFU/cm²であった。腸内細菌科菌群は 17 部位から検出され対数平均 0.95 log CFU/cm²、大腸菌群は 10 部位から検出され対数平均 0.55 log CFU/cm²であった。糞便 12 検体では 1 検体から EHEC が分離された。豚枝肉に付着した糞便、残皮、黒色異物、消化管内容物、胆汁、ダスト、獣毛及び接触痕の全てから一般生菌が検出され、特に残皮は糞便と同程度の細菌汚染を示した。85℃温湯処理は豚枝肉表面の微生物負荷を低減した。

2) 外部検証微生物試験と工程管理目標

牛とたい 9,745 検体の 3 カ年データでは、一般生菌数の平均値は 2.32±0.96 log CFU/cm²、腸内細菌科菌群数は 0.78±0.43 log CFU/cm²であり、工程管理目標の目安として概ね 4.0 及び 2.0 log CFU/cm²以下が推定された。豚とたい 10,700 検体ではそれぞれ 2.64±0.81 及び 0.90±0.53 log CFU/cm²で、牛とたいと同様に概ね 4.0 及び 2.0 log CFU/cm²以下が目安と考えられた。食鳥とたい 6,064 検体では一般生菌数 3.91±0.89、腸内細菌科菌群数 2.55±0.94 log CFU/cm²であり、概ね 5.5 及

び $4.0 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$ 以下が目安と推定された。カンピロバクター 2,651 検体の定量成績では全体平均 $0.58 \pm 0.97 \log \text{CFU}/\text{g}$ で、 $2.6 \log \text{CFU}/\text{g}$ 又は欧州で用いられる $3.0 \log \text{CFU}/\text{g}$ が工程管理目標案として利用可能と考えられた。

牛とたいを施設区分別に比較すると、対米輸出向け施設では国内向け施設より一定程度低い菌数で管理されている傾向が示された。一方、国内向け施設でも低菌数での出荷を継続している施設が認められた。衛生管理状態が安定している施設では、記録検査、逸脱時対応及び長期トレンドを併せて確認することを前提に、外部検証データの取得間隔を 3 か月又は 6 か月へ延長できる可能性が示された。

3) 食鳥処理場の衛生管理実態

国内文献調査では、2020 年以降の生鶏肉のサルモネラ汚染率は 16.1~58.1%、カンピロバクター汚染率は 28.6~92.2%であり、HACCP 制度化及び外部検証開始後も高い範囲にあった。大規模食鳥処理場では 93 処理場から 129 件の回答が得られた。CCP 設定に関する回答 74 施設では、金属探知機を CCP とする施設が 35 施設、チラー水の温度及び塩素濃度の双方を CCP とする施設が 22 施設であった。製造環境のふき取り検査は 93 施設中 37 施設で実施され、汚染が発生しやすい工程として回答 52 施設中 29 施設が内臓摘出・総排泄腔摘出工程を挙げた。

認定小規模食鳥処理場では、68 か所の食肉衛生検査所・保健所等から 638 処理場について有効回答が得られた。生鳥で入荷する 236 処理場では約 90%が HACCP の考え方に基づく衛生管理を実施していた。冷却工程、金属探知等が CCP として多く設定される一方、保存温度を CCP とする施設も比較的多かった。アヒル、七面鳥等を扱う施設が存在し、処理羽数にかかわらず手作業主体の施設が多いなど、大規模施設とは異なる特徴が明らかとなった。

4) 危害要因分析及び海外調査

3 年間に得られた知見を踏まえ、牛、豚及び大規模食鳥処理場について、工程ごとの生物学的、化学的及び物理的危険要因、重要性判断、管理手段及び根拠を整理した危害要因分析表等を作成した。フィリピン NMIS 及び関連施設の調査では、食肉の生産・流通構造、ブロイラーの出荷日齢、アフリカ豚熱発生後の豚肉流通、輸出停止後のと畜場衛生管理等について現地情報を得た。

3 年間の年度別展開

令和 5 年度は、当時得られていた外部検証成績を用いて、各畜種の一般生菌数及び腸内細菌科菌群数について通年平均+2SD を工程管理目標として利用する考え方を提示し、食鳥とたいのカンピロバクターについても $2.4 \log \text{CFU}/\text{g}$ 又は欧州基準 $3.0 \log \text{CFU}/\text{g}$ を候補として検討した。同年度には、めん羊枝肉の衛生状況及び海外施設調査等も行い、と畜・食鳥処理工程における評価項目を整理した。

令和 6 年度は、令和 2~4 年度の 3 カ年外部検証データを統合し、牛 9,745 検体、豚 10,700 検体、食鳥 6,064 検体及び食鳥カンピロバクター 2,651 検体という大規模データセットで年次・季節・分布を評価した。工程管理目標の目安を、牛・豚では一般生菌数 $4.0 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$ 、腸内細菌科菌群 $2.0 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$ 、食鳥ではそれぞれ 5.5 及び $4.0 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$ 程度と具体化し、食鳥カンピロバクターでは 2.6 又は $3.0 \log \text{CFU}/\text{g}$ を候補として整理した。さらに、大規模食鳥処理場の全国アンケートから、CCP、チラー管理、内臓摘出工程、環境ふき取り及び外部検証の運用実態を把握した。

令和 7 年度は、豚枝肉付着異物及び 85°C 温湯処理を検討するとともに、外部検証について施設区分別解析を行い、対米輸出向け施設と国内向け施設等の衛生管理水準を比較した。低菌数が安定している施設では、記録検査、逸脱履歴及び改善措置を併用することを前提に、外部検証用データ取得間隔を 3 か月又は 6 か月へ延長する可能性を検討した。また、認定小規模食鳥処理場 638 施設の実態を把握し、牛・豚・大規模食鳥処理場の危害要因分析表等を作成した。

③ 施設環境

全国アンケートでは 111 機関中 99 機関から回答が得られ、環境モニタリングを実施した経験のある施設は 42 機関 88 施設、34.5%であった。検査項目は一般生菌数が最も多く、次いで大腸菌群、腸内細菌科菌群であり、食鳥処理場ではサルモネラ、カンピロバクター及び黄色ブドウ球菌を対象とする施設もあった。実地調査では一般生菌数は検出限界未満から $9.1 \log \text{CFU}/\text{ml}$ 、腸内細菌科菌群は検出限界未満から $5.1 \log \text{CFU}/\text{ml}$ まで幅広く分布し、床、排水溝、背割機、洗浄機、作業台、コンベア等で高値を示す例が認められた。

牛盲腸内容物では 102 頭中 5 頭から *L. monocytogenes*、3 頭から *L. innocua* が分離された例があり、*Listeria spp.* は冷蔵庫エリア、副産物処理エリア、牛生体外皮等からも分離された。MLST

解析は施設内汚染の広がり及び汚染経路を推定する上で有用であった。一般生菌数について、フィルム培地法と混釈法は $R^2=0.98$ と高い相関を示し、現場での簡易代替法として利用可能と考えられた。腸内細菌科菌群では $R^2=0.50$ と中程度の相関であり、*Aeromonas spp.*等のオキシダーゼ陽性菌が定型集落を形成する可能性があるため、結果の解釈には注意が必要であった。

3 年間の年度別展開

令和5年度は、全国111機関へのアンケートで99機関から回答を得て、環境モニタリング実施経験のある施設が42機関88施設(34.5%)にとどまることを明らかにした。検査項目は一般生菌数、大腸菌群及び腸内細菌科菌群が中心であり、食鳥処理場ではサルモネラ、カンピロバクター等も対象となっていた。あわせて、と畜場1施設で牛・豚処理エリアの実地調査を行い、製品検査だけでは把握できない汚染箇所を可視化できることを確認した。

令和6年度は複数のと畜場、食鳥処理場及び関連施設へ実地調査を拡大し、一般生菌数、腸内細菌科菌群及び*Listeria spp.*を組み合わせ汚染状況を評価した。冷蔵庫、副産物処理エリア、設備等から*Listeria spp.*が分離され、牛盲腸内容物及び生体外皮も施設への持ち込み源となり得ることが示された。*L. monocytogenes* 及び *L. innocua* の遺伝子型解析により、単なる陽性・陰性判定を超えて汚染経路を推定する方向へ研究を進めた。

令和7年度は、環境モニタリングを現場で継続的に運用するための方法論を検討し、フィルム培地法と混釈法、ふき取り資材の含浸液を比較した。一般生菌数では高い相関が得られた一方、腸内細菌科菌群では *Aeromonas spp.* 等による影響に留意する必要性が明らかとなった。3年間を通じ、実施実態の把握、現場での汚染可視化、分子疫学的追跡、簡易試験法の妥当性確認へと段階的に進め、HACCP 検証に組み込み得る環境モニタリング体系を提示した。

④ 製品

1) 市販鶏肉・鶏レバー

市販鶏肉 56 検体ではカンピロバクターが 7 検体、サルモネラが 10 検体から分離され、市販鶏レバー17 検体ではそれぞれ 4 検体及び 6 検体から分離された。一般生菌数、腸内細菌科菌群数及び大腸菌群数と病原菌検出との関連を検討したが、カンピロバクター又はサルモネラ汚染を衛生指標菌数のみから予測することは困難であった。

2023 年度の鶏レバー38 検体では、MPN 法により 22 検体からカンピロバクターが検出され、分離株はいずれも *C. jejuni* であった。レバー内部からも 10 検体で *C. jejuni* が検出された。サルモネラは 22 検体中 16 検体 (72.7%) から分離された。また、レバー内部から *Aeromonas* 属菌をはじめとする好気性細菌が分離された。2024 年度の 62 検体では、MPN 法で 40 検体からカンピロバクターが検出され、*C. jejuni* が 35 検体、*C. coli* が 5 検体であった。剖面スタンプ法では 62 検体中 19 検体からカンピロバクターが分離された。サルモネラは 46 検体中 32 検体 (69.6%) から検出され、主に *S. Schwarzengrund* 及び *S. Manhattan* であった。

2) 市販鶏肉の *Listeria* 属菌

市販鶏肉では *L. monocytogenes* の陽性率は約 29.2%、*Listeria* 属菌全体では 68.8%であった。調査した販売店では四季を通じて *Listeria* 属菌が一度も分離されなかった店舗はなく、広く分布していることが示された。菌量は概ね低かったが、遺伝子解析から、食鳥処理場等の上流段階に由来する汚染と販売店段階に由来する汚染の双方が考えられた。

3) 市販食肉の *Providencia* 属菌

市販食肉 149 検体中 81 検体 (54%) が *Providencia* 属菌特異的 PCR 陽性であり、鶏肉 60 検体中 53 検体、豚肉 61 検体中 22 検体、牛肉 28 検体中 6 検体が陽性であった。PCR 陽性 81 検体中 72 検体から 81 株が分離され、*P. alcalifaciens* 37 株、*P. rustigianii* 34 株が主要菌種であった。分離株から細胞膨化致死毒素遺伝子は検出されなかったが、*P. alcalifaciens* 及び *P. rustigianii* 各 1 株で 3 型分泌装置関連遺伝子が検出された。新たに構築した P-multiplex PCR は、評価に用いた陽性株及び陰性株に対して感度及び特異度 100%を示し、増菌、P-multiplex PCR 及び PMXMP 寒天培地を組み合わせる方法はモニタリング手法として有用と考えられた。

3 年間の年度別展開

令和5年度は、市販鶏肉・鶏レバーのカンピロバクター、サルモネラ及び衛生指標菌を調査するとともに、市販鶏レバー38 検体でカンピロバクター22 検体、内部 38 検体中 10 検体の *C. jejuni*、サルモネラ 72.7%を確認した。また、市販食肉の *Providencia* 属菌について基礎的な汚染実態を把握し、鶏肉で高い陽性率が認められることを示した。

令和6年度は、鶏レバー62 検体へ規模を拡大

し、カンピロバクター40 検体、サルモネラ 46 検体中 32 検体 (69.6%) という高い汚染頻度を確認するとともに、MPN 法による定量と断面スタンプ法を組み合わせることで内部汚染を再確認した。表面焼烙処理では菌数低下は得られたものの、陽性率の低下には至らなかった。*Providencia* 属菌については衛生指標菌との関連を検討し、衛生指標菌のみから本属菌汚染を推測するには限界があることを示した。

令和 7 年度は、市販鶏肉の *Listeria* 属菌を調査し、*L. monocytogenes* 約 29.2%、*Listeria* 属菌全体 68.8% という結果を得た。*Providencia* 属菌は 3 年間の検体を整理して最終的に 149 検体を解析し、81 検体 (54%) が PCR 陽性、72 検体から 81 株を分離した。病原因子保有状況を確認するとともに P-multiplex PCR を構築し、増菌培養と選択分離培地を組み合わせる実用的なモニタリング手法へ発展させた。鶏レバーについても、次亜塩素酸ナトリウム水処理に供した 33 検体中 18 検体 (54.5%) がカンピロバクター陽性であることを確認した。

⑤ 流通・保存

購入 0～1 日後の市販牛肉の一般生菌数は、35℃ 培養で 5.29 ± 1.31 、30℃ で 5.84 ± 1.07 、15℃ で $5.72 \pm 1.34 \log \text{CFU/g}$ であり、4℃ で 14 日保存後にはそれぞれ 7.33 ± 1.04 、 8.11 ± 1.70 、 $8.99 \pm 1.01 \log \text{CFU/g}$ へ増加した。市販豚肉では購入 0～1 日後に 4.41 ± 0.20 、 5.09 ± 0.19 、 $5.18 \pm 0.21 \log \text{CFU/g}$ であったものが、14 日保存後には 8.74 ± 1.67 、 10.03 ± 0.90 、 $10.03 \pm 0.83 \log \text{CFU/g}$ となった。牛肉及び豚肉からサルモネラ、カンピロバクター及び EHEC は検出されなかったが、15℃ 及び 30℃ で発育する細菌が保存中に顕著に増加した。NGS による菌叢解析では、*Pseudomonas* 属、*Serratia* 属、乳酸菌群及び腸内細菌科菌群等が保存中の菌叢変化及び品質劣化に関与することが示された。

85℃ 温湯処理後に製造した豚部分肉では、低温保存中の異臭発生が遅延した。一方、保存中には菌叢の遷移が認められたことから、温湯による初期汚染低減のみでは十分でなく、低温流通管理と組み合わせる必要があることが示された。

3 年間の年度別展開

令和 6 年度には、市販牛肉・豚肉を 4℃ で 14 日間保存し、一般生菌数及び菌叢の変化を評価した。主要な食中毒菌は検出されなかったものの、保存中に *Pseudomonas* 属、*Serratia* 属等を含む低温増殖性細菌が増加し、低温流通・保存段階では病原微生物だけでなく品質劣化に関与する菌叢の変

化を管理する必要性が示された。

令和 7 年度には、85℃ 温湯処理後に製造した豚部分肉を低温保存し、一般生菌数、衛生指標菌、菌叢変化及び異臭発生状況を追跡した。温湯処理は初期微生物負荷を低減し、異臭発生を遅延させたが、保存中の菌叢遷移は継続したため、初期汚染低減と低温流通・保存管理を一体として運用する必要性が示された。

⑥ 消費段階

表面焼烙試験では、生レバーでカンピロバクター陽性であった 18 検体中 13 検体で焼烙後に菌数低下が認められたが、陰性化した検体はなく、陽性率を低減する効果は確認できなかった。2025 年度には鶏レバーを計 34 検体購入し、実験中の事故で 1 検体が評価不能となったため、MPN 法で評価した 33 検体中 18 検体 (54.5%) がカンピロバクター陽性であった。5 回の実験における陽性率は、それぞれ 4/4、8/8、0/8、2/8 及び 4/5 であった。10～200 ppm の次亜塩素酸ナトリウム水による 5 分間処理では濃度依存的な低減効果は認められず、さらに 30 分間に浸漬時間を延長しても菌数低減は認められなかった。また、5 回の実験間で汚染菌数レベルに差がみられ、カンピロバクター汚染の程度はレバー個体よりもロット、すなわち鶏群に依存する傾向が示された。以上から、表面処理のみで安全性を確保することは困難であり、消費時には中心部まで十分に加熱する必要があることが示された。

3 年間の年度別展開

令和 5 年度は、鶏レバーの表面・内部汚染を調査し、表面だけでなく内部にもカンピロバクター等が存在することを示した。これにより、消費者が表面のみを加熱又は処理すれば安全であると考えることの危険性を示す科学的根拠が得られた。

令和 6 年度は、鶏レバー 62 検体を用いた定量及び断面スタンプ法、さらに表面焼烙試験を行い、表面焼烙で菌数が低下しても陰性化せず、表面処理のみではリスクを十分に低減できないことを明らかにした。

令和 7 年度は、鶏レバーを計 34 検体購入し、評価可能であった 33 検体中 18 検体 (54.5%) がカンピロバクター陽性であることを確認した。次亜塩素酸ナトリウム水 10～200 ppm、5 又は 30 分間の浸漬では明確な菌数低減効果は認められず、汚染菌数レベルは個体差よりもロット、すなわち鶏群に依存して異なる傾向が示された。3 年間で

通じ、鶏レバーの安全性確保には処理工程での交差汚染防止と消費時の中心部までの十分な加熱を組み合わせる必要があるという一貫した結論に至った。

3 年間の総括成果

令和5年度に危害要因及び実態を把握し、令和6年度に対象施設・畜種・製品及び検証データを拡大して定量的評価を進め、令和7年度に低減手段、モニタリング法、施設規模別の衛生管理実態及び危害要因分析へ展開することができた。3年間を通じ、①農場及び搬入家畜で危害の持ち込みを把握し、②と畜・食鳥処理工程で工程管理と低減手段を評価し、③施設環境で汚染源を可視化し、④製品で残存する病原微生物を確認し、⑤流通・保存で菌叢変化を評価し、⑥消費段階で最終的な加熱の必要性を位置付けるという一連のフードチェーン評価を構築した。

HACCPの検証は単一の検査値で判断するのではなく、外部検証微生物試験、病原微生物検査、衛生指標菌、環境モニタリング、菌叢解析、工程観察及び記録検査等を組み合わせて評価する必要があることが明らかとなった。

研究班全体における3年間の研究展開

令和5年度：農場HACCP、搬入牛EHEC、鶏レバー、*Providencia*属菌、環境モニタリング、外部検証等の基礎的実態を把握し、対象拡大・定量化が必要な課題を抽出した。

令和6年度：養豚農場、搬入牛カンピロバクター・サルモネラ、めん羊枝肉、大規模食鳥処理場、市販牛・豚肉、3カ年外部検証解析、鶏レバー定量・表面焼烙等へ対象を拡大し、管理上の課題を定量的に評価した。

令和7年度：豚枝肉異物・温湯処理、認定小規模食鳥処理場、市販鶏肉 *Listeria*、*Providencia* モニタリング法、鶏レバー次亜塩素酸ナトリウム水処理、危害要因分析表へ展開し、HACCPの妥当性確認・検証へ成果を統合した。

D. 考察

① 農場及び搬入家畜

農場HACCP導入農場ではCCP逸脱が認められず、薬剤残留や注射針混入等の危害を出荷前に管理する仕組みが機能していた。一方、生産性や収益性は疾病状況、飼養規模、記録体制等の影響を受けるため、農場HACCPの効果は食品安全上の効果と経営上の効果を分けて評価する必要がある。EHEC及びカンピロバクターが黒毛和種牛か

ら一定割合で検出された一方、サルモネラは262検体から分離されなかったことから、搬入家畜の病原体保有状況は病原体ごとに異なる。危害要因分析では、国内の畜種別・病原体別データを用いて重要性を判断する必要がある、EHECでは非O157株も考慮する必要がある。*H. suis*が搬入豚で保菌されながら枝肉から検出されなかったことは、適切な解体処理による可食部への移行防止の重要性を示す。

② と畜・食鳥処理工程

めん羊の部位別汚染及び豚枝肉付着異物の結果から、目視可能な糞便・消化管内容物だけでなく、残皮、獣毛、接触痕等も微生物汚染源となり得ることが示された。ゼロトレランスは、工程中に生じた目視可能な汚染及び異物を確実に除去し、後続工程へ持ち込まない管理として運用する必要がある。豚枝肉への85℃温湯処理は初期汚染低減に有効であり、衛生管理計画に組み込む場合には処理条件の妥当性確認と後工程の再汚染防止を併せて考える必要がある。

全国外部検証データから示した牛・豚4.0/2.0 log CFU/cm²、食鳥5.5/4.0 log CFU/cm²、食鳥カンピロバクター2.6又は3.0 log CFU/gという値は、食品の合否判定基準ではなく工程管理状態を評価する目安として用いることが適切である。単発値ではなく経時的トレンドで評価し、微生物データに記録検査、逸脱履歴、改善措置及び施設変更の有無を組み合わせる必要がある。大規模食鳥処理場と認定小規模食鳥処理場では処理規模、鳥種、入荷形態及び手作業工程の割合が異なるため、共通の衛生目的を維持しつつ、施設ごとの工程に応じた管理手段を妥当性確認することが重要である。

③ 施設環境

環境モニタリングを実施した経験のある施設が34.5%にとどまったことは、HACCPの検証が枝肉・と体・製品の検査に偏り、施設環境の汚染源探索が十分に実施されていない可能性を示す。実地調査では、床、排水溝、設備、作業台、コンベア等に高菌数箇所が認められ、環境モニタリングにより清掃・消毒や作業動線の改善対象を具体的に示すことができた。*Listeria spp.*が冷蔵庫、副産物処理エリア、牛生体外皮及び牛盲腸便等から検出されたことから、家畜由来菌の持ち込みと施設内残存の双方を考慮する必要がある。MLSTは同一又は近縁株の分布を追跡し、汚染の拡大又は再汚染を推定するために有用である。

④ 製品

市販鶏肉・鶏レバーではカンピロバクター及びサルモネラが検出され、衛生指標菌数のみから主要病原菌汚染を十分に予測できなかった。したがって、衛生指標菌は工程全体の衛生状態把握に用い、主要危害については必要に応じて病原微生物を直接検査する役割分担が重要である。鶏レバーではカンピロバクターが内部又は割面からも検出され、*Aeromonas* 属菌を含む複数の細菌も内部から分離されたことから、表面汚染のみを前提とした管理では不十分である。

市販鶏肉の *Listeria* 属菌は高率に検出されたが菌量は低く、低温環境で生残・増殖し得る性質を踏まえると、冷蔵工程及び販売段階の衛生状態を追跡する指標として検討する価値がある。*Providencia* 属菌は最終的な 149 検体の半数を超える食肉から検出され、特に鶏肉で高率であったが、病原性の程度は株により異なると考えられるため、検出イコール高リスクと単純に解釈すべきではない。衛生指標のみからの予測には限界があり、P-multiplex PCR 等の特異的検査の活用が必要である。

⑤ 流通・保存

市販牛肉・豚肉では主要な食中毒菌が検出されなかった一方、保存中に 15～30℃で発育可能な細菌が著しく増加した。と畜場での枝肉衛生が良好であっても、その後の食肉処理、包装、流通・保存段階で品質に関与する細菌が増加し得ることを示しており、と畜場のみで食肉衛生を完結させない視点が必要である。温湯処理は初期菌数低減と異臭発生遅延に有効であったが、保存中の菌叢遷移を完全に止めるものではなく、低温管理との組合せが必要である。

⑥ 消費段階

鶏レバーでは表面焼烙により菌数低減が認められたものの陰性化せず、2025 年度の次亜塩素酸ナトリウム水処理でも、評価した 33 検体中 18 検体 (54.5%) がカンピロバクター陽性であり、10～200 ppm、5 又は 30 分間の浸漬による明確な菌数低減効果は確認できなかった。さらに、実験ごとに汚染菌数レベルが異なり、個体差よりもロット、すなわち鶏群の汚染状況が影響する可能性が示された。これらの結果から、表面処理は補助的管理手段にはなり得るが、最終的な安全性確保手段として扱うことはできず、中心部までの十分な加熱が最も重要である。

総括考察

3 年間の研究は、令和 5 年度の「危害及び現状の把握」、令和 6 年度の「対象拡大と定量的評価」、令和 7 年度の「管理手段・検証手法への展開」という流れで進展した。6 分担研究を①農場及び搬入家畜、②と畜・食鳥処理工程、③施設環境、④製品、⑤流通・保存、⑥消費段階という同一の枠組みで整理することで、個々の研究成果がフードチェーン上のどこに位置し、前後の段階とどのようにつながるかを明確にすることができた。

HACCP の検証を実効性のあるものとするには、CCP の記録確認だけでは不十分であり、一般衛生管理、目視汚染、外部検証微生物試験、病原菌の直接検査、環境モニタリング、菌叢解析及び施設・工程変更等の情報を組み合わせる必要がある。本研究で得られた成果は、と畜場・食鳥処理場における HACCP の妥当性確認及び検証、外部検証の効率化、衛生管理計画の改善、施設内汚染の可視化、病原微生物汚染の低減並びに食肉・食鳥肉の安全性向上に資する科学的基礎資料として活用できると思われた。

研究班全体としての行政・現場への活用可能性

外部検証微生物試験の全国データを用いて、自施設の成績を全国的な分布の中で評価するための比較情報を提供した。提示した値は食品の規格基準ではなく工程管理の目安であるが、食肉衛生検査所が継続的なトレンド評価、施設指導及び改善措置の効果確認を行う際の科学的根拠として利用できる。

牛、豚及び食鳥処理の危害要因分析表へ、①農場及び搬入家畜の国内保菌データ、②と畜・食鳥処理工程における枝肉付着異物及び食鳥カンピロバクター、③施設環境の *Listeria spp.* 等の本研究成果を反映することで、危害要因分析を一般論ではなく国内実態に基づいて説明できる資料とした。これは事業者による衛生管理計画の見直しだけでなく、自治体による外部検証及び指導の標準化にも資する。

③施設環境の環境モニタリング、④製品の病原微生物直接検査、衛生指標菌、菌叢解析及び分子疫学解析を相互補完的に用いる考え方を示した。製品又は枝肉の検査結果が良好であっても施設環境に汚染源が残存する可能性があり、逆に単一の環境陽性結果のみで製品リスクを判断することも適切ではない。複数の検証手段を組み合わせることで原因究明と改善効果確認を行うことが、HACCP の継続的改善に必要である。

食鳥処理場について大規模施設と認定小規模

施設の実態差を示したことで、処理規模、鳥種、入荷形態及び機械化の程度に応じた現実的な衛生管理の必要性が明確となった。全国一律の管理方法のみを求めるのではなく、共通して達成すべき衛生目的を示しつつ、施設ごとの工程に応じて管理手段を妥当性確認するという考え方が重要である。

④製品における鶏レバー内部汚染及び *Providencia* 属菌、⑤流通・保存における低温増殖性細菌、⑥消費段階における十分な加熱の必要性など、一般的な衛生指標菌だけでは把握できないリスクと管理上の課題を明らかにした。これらの成果は、今後の重点監視対象の選択、食肉・食鳥肉のリスクコミュニケーション、加熱喫食の啓発及び研究課題の優先順位設定にも活用できると思われた。

E. 結論

① 農場及び搬入家畜

農場 HACCP は、設定された CCP の逸脱防止及び生産物の安全性確保に有効であった。一方、生産性及び収益性への効果は農場により異なり、普及・継続には記録負担の軽減、人員確保、教育訓練及びデジタルツールの活用が必要である。と畜場搬入黒毛和種牛では EHEC 及びカンピロバクターの保菌が確認され、サルモネラは 262 検体から分離されなかった。危害要因分析には、病原体ごとの国内保菌データを反映する必要がある。

② と畜・食鳥処理工程

めん羊枝肉及び豚枝肉付着異物の調査から、目視汚染の確実な除去、ゼロトレランス及び適切なトリミングが重要であることが確認された。85℃温湯処理は豚枝肉表面の微生物負荷低減に有用であった。全国外部検証データから、工程管理目標の目安として牛・豚では一般生菌数 4.0、腸内細菌科菌群 2.0 log CFU/cm² 以下、食鳥ではそれぞれ 5.5 及び 4.0 log CFU/cm² 以下、食鳥カンピロバクターでは 2.6 又は 3.0 log CFU/g が候補として示された。大規模・認定小規模食鳥処理場の実態を踏まえ、施設規模と工程に応じた衛生管理及び検証が必要である。

③ 施設環境

一般生菌数、腸内細菌科菌群及び *Listeria spp.* を対象とする環境モニタリングは、製品検査では把握できない施設内汚染を可視化し、清掃・消毒、作業動線、冷蔵庫及び副産物処理エリア等の改善点を特定する上で有用であった。MLST は *Listeria*

属菌の汚染経路推定に有用であり、環境モニタリングは HACCP の検証及び一般衛生管理改善に取り入れるべき実践的手法である。

④ 製品

市販鶏肉・鶏レバーではカンピロバクター及びサルモネラが検出され、鶏レバーでは内部汚染も確認された。市販鶏肉の *Listeria monocytogenes* 陽性率は約 29.2%、*Listeria* 属菌全体では 68.8% であった。*Providencia* 属菌は市販食肉 149 検体中 81 検体 (54%) から検出され、*P. alcalifaciens* 及び *P. rustigianii* が主要菌種であった。これらの結果から、衛生指標菌に加え、必要に応じて主要病原微生物及び新たな監視対象を直接評価する必要がある。

⑤ 流通・保存

市販牛肉・豚肉の低温保存試験及び菌叢解析から、病原微生物だけでなく低温増殖性細菌による品質変化も管理対象となることが示された。85℃温湯処理後の豚部分肉では異臭発生が遅延したが、保存中の菌叢遷移は継続したことから、初期汚染低減と適切な低温流通・保存管理を組み合わせる必要がある。

⑥ 消費段階

鶏レバーはカンピロバクター及びサルモネラに高頻度に汚染され、カンピロバクターは内部又は断面からも検出された。2025 年度は評価可能であった 33 検体中 18 検体 (54.5%) がカンピロバクター陽性であった。表面焼烙は菌数を低減したが陽性率を低下させず、次亜塩素酸ナトリウム水処理でも明確な低減効果は確認されなかった。また、汚染の程度はロット、すなわち鶏群に依存して異なる傾向が示された。したがって、消費段階における安全性確保には、処理工程での交差汚染防止に加え、中心部まで十分に加熱することが不可欠である。

総括結論

本研究班は 3 年間に、①農場及び搬入家畜、②と畜・食鳥処理工程、③施設環境、④製品、⑤流通・保存、⑥消費段階の各段階について、衛生管理の実態と微生物学的リスクを明らかにした。6 分担研究は個別に完結するものではなく、農場・搬入家畜の危害情報をと畜・食鳥処理工程の危害要因分析へ反映し、外部検証データと環境モニタリングにより工程の実効性を評価し、製品・流通段階の病原微生物及び菌叢データで残存リスクを確認し、最終的に消費時の加熱による安全確保へつなげる相互補完的な関係にある。

HACCP の実効性を高めるためには、衛生管理

計画の作成・記録確認だけでなく、外部検証微生物試験、病原微生物及び衛生指標菌のモニタリング、環境モニタリング、菌叢解析、目視汚染の確認及び低減処理の妥当性確認を組み合わせ、施設ごとの工程管理状態を科学的に継続評価することが重要である。本研究で得られた成果は、と畜場・食鳥処理場における HACCP の妥当性確認及び検証、衛生管理計画の改善、外部検証の効率化並びに食肉・食鳥肉の安全性向上に資する基礎資料として活用して欲しい。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文

- 1) Akaike H, Nagai M, Okatani A. T., Morita Y. Food safety, livestock health, and productivity of a farm fattening Japanese black cattle following implementation of a certificated Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system. *Journal of Veterinary Medical Science*, 85(9), 985-989, 2023.
- 2) 李 榕真, 田内 春香, 安達 悠太, 永田 栞, 渡邊 哲史, 大石 和樹, 岡谷 友三アレシヤンドレ, 下島 優香子, 森田 幸雄. 市販鶏肉のカンピロバクター・サルモネラ汚染と衛生指標菌数との関連性. *日本食品微生物学会雑誌*, 41(3), 103-112, 2024.
- 3) Akaike H, Nagai M, Okatani Alexandre Tomomitsu, Boonmar S, Morita Y. Food safety, swine health, and productivity of a farrow-to-finish swine farm following implementation of a certified HACCP system in Japan. *Thai Journal of Veterinary Medicine*, 54(1), 91-95, 2024.
- 4) 赤池 洋, 長井 誠, 森田 幸雄. 乳用牛, 肉用牛, 養豚農場における農場 HACCP 導入後の家畜・畜産物の安全性と生産性. *日本獣医師会雑誌*, 受理.
- 5) Hassan J., Awasthi S. P., Hatanaka N., Hoang P. H., Nagita A., Hinenoya A., Faruque S. M., Yamasaki S. Presence of functionally active cytolethal distending toxin genes on a conjugative plasmid in a clinical isolate of *Providencia rustigianii*. *Infection and Immunity*, 91(6), e00121-22, 2023.
- 6) Obi O. J., Hinenoya A., Awasthi S. P., Hatanaka N., Faruque S. M., Yamasaki S. Wild raccoons (*Procyon lotor*) as a potential reservoir of cytolethal distending

toxin-producing *Providencia* strains in Japan. *Microbiology Spectrum*, 13(4), e02616-24, 2025.

- 7) 森田 幸雄. と畜場・食鳥処理場から生産される食肉等の衛生状況の推移及び衛生管理計画に関する研究. *日本食品微生物学会雑誌*, 43(1), 1-11, 2026.

2. 専門誌発表

- 1) 森田 幸雄. 日本のと畜場・食鳥処理場における衛生管理計画の現状と課題. *獣医公衆衛生研究*, 28(2), 14-18, 2026.
- 3) 森田 幸雄. 野生動物を食卓へ ジビエの安全と制度の整備. *vesta*, 141, 50-53, 2026.

3. 学会発表

- 1) 宮島 里佳, 津留 優, 宗安 祥佳, 奥谷 公亮, Vu Minh Duc, 中馬 猛久. ブロイラーから分離された *Campylobacter jejuni* の LOS クラス、GBS 関連遺伝子と MLST 解析. 第 17 回日本カンピロバクター属菌研究会総会, 2023 年 12 月 1 日, 大阪府健康安全研究センター.
- 2) 山崎 伸二, Jayedul Hassan, 日根野谷 淳, 畑中 律敏, Awasthi Sharda Prasad, 山手 丈至, 中村 昇太, 元岡 大佑, 名木田 章. 小児下痢症患者から分離した *Providencia* 属菌の新規病原因子. 第 20 回日本小児消化管感染症研究会, 2024 年 2 月 18 日, JR 博多シティ, 博多.
- 3) 森田 聡志, 山本 久美子, 山崎 昭子, 井上伸子, 間渕 徹, 塩野 雅孝. 群馬県におけるめん羊枝肉表面のふきとり検査および保菌状況. 令和 6 年度日本獣医師会獣医学術関東・東京合同地区学会, 2024 年 9 月 1 日, G メッセ群馬.
- 4) 李 榕真, 小池 史晃, 小野寺 仁, 小林 光士, 岡谷 友三アレシヤンドレ, 森田 幸雄. 生産農家ごとの黒毛和種牛のカンピロバクター保有状況. 第 45 回日本食品微生物学会学術総会, 2024 年 9 月 5 日, リンクステーションホール青森.
- 5) 菊池 貴子, 新村 夏海, 又間 信仁, 中村 隆史, 奈須 正知, 花田 博, 三浦 和行, 川畑 英幸, 富田 昌俊, 岡谷 友三アレシヤンドレ, 森田 幸雄. 豚肉の長期冷蔵保存における細菌数と細菌叢の変化. 第 45 回日本食品微生物学会学術総会, 2024 年 9 月 5 日, リンクステーションホール青森.
- 6) 平元 沙輝, サンガ ジョージ, 宮島 里佳, 森田 幸雄, 中馬 猛久. 鶏レバーおよびその内

部におけるカンピロバクターとその他食中毒菌の調査. 第 167 回日本獣医学会学術集会, 2024 年 9 月 10 日, 帯広畜産大学.

7) Saki Hiramoto, George Sanga, Rika Miyajima, Yukio Morita, Takehisa Chuma. Investigation of *Campylobacter jejuni* and other foodborne bacteria in raw chicken livers and their insides. The 22nd International Workshop on Campylobacter, Helicobacter & Related Organisms, 2024 年 10 月 7 ~ 9 日, Perth Convention and Exhibition Centre, Perth, Australia.

8) 平元 沙輝, George Sanga, 宮島 里佳, 森田 幸雄, 中馬 猛久. 加熱不十分な鶏レバーにおけるカンピロバクターとその他食中毒菌のリスク評価. 第 17 回日本カンピロバクター研究会総会, 2024 年 11 月 19 日, 文部科学省研究交流センター, つくば市.

9) 平野 かおり, 安藤 知弘, 下島 優香子, 岡田 由美子. 管内と畜場におけるリステリア属菌の汚染実態調査. 食肉・食鳥衛生研究発表会, 2025 年 1 月 23~24 日, 東京.

10) 森田 幸雄. 食の安全の向上と SDGs. 令和 6 年度 (第 42 回) 日本獣医師会獣医学術学会年次大会特別企画シンポジウム, 2025 年 1 月 25 日, 仙台国際センター.

11) 小野田 伊佐子, 筆谷 麻未, 久永 崇宏, 中江 優貴, 小田 みどり, 渡邊 さつき, 太田 智恵子, 下島 優香子. と畜場の環境モニタリングとその活用について. 第 61 回静岡県公衆衛生研究会, 2025 年 2 月 7 日, 静岡.

12) Koseki S. Verification of HACCP in poultry slaughterhouses in Japan: A result of microbiological survey of facilities in Japan during 2020-2022. IAFP 2025, 2025 年 7 月 30 日, Cleveland, USA.

13) 下島 優香子, 小田 みどり, 中江 優貴, 小野田 伊佐子, 久永 崇宏, 茂木 啓陽, 小野 亜矢子, 土屋 響己, 上原 さとみ, 岡田 由美子, 森田 幸雄. と畜場・食鳥処理場の環境モニタリングアンケート調査とフィルム培地妥当性確認. 第 168 回日本獣医学会学術集会, 2025 年 9 月 4 日, フェニックス・シーガイア・コンベンションセンター, 宮崎.

14) 藤巻 かな子, 庄司 和美, 久保田 英治, 塩野 雅孝. 豚解体処理で枝肉に付着した異物の微生物調査. 令和 7 年度獣医学術関東・東京地区学会, 2025 年 9 月 7 日, アピオ タワー館.

15) 鈴木 このみ, 岡谷 友三アレシャンドレ,

森田 幸雄. と畜場搬入黒毛和種牛から分離された腸管出血性大腸菌の血清型. 令和 7 年度獣医学術関東・東京地区学会, 2025 年 9 月 7 日, アピオ タワー館.

16) 森田 幸雄. と畜場・食鳥処理場から生産される食肉等の衛生状況の推移及び衛生管理計画に関する研究. 第 46 回日本食品微生物学会学術総会・日本食品微生物学会賞受賞記念講演, 2025 年 9 月 18 日, カルッツかわさき.

17) 菊池 貴子, 浦濱 菜穂, 森山 遥, 蛭名 愛美, 小野 慎也, 木戸 佑太郎, 浅水 寿男, 小澤 元希, 下村 謙悟, 中山 素一, 森田 幸雄. 食肉処理施設の衛生管理におけるアンプリコンシーケンス解析活用検討. 第 46 回日本食品微生物学会学術総会, 2025 年 9 月 18 日, カルッツかわさき.

18) 森山 遥, 関 絵理子, 加藤 千晶, 岡谷 友三アレシャンドレ, 下島 優香子, 森田 幸雄. 市販牛肉・豚肉の細菌汚染状況. 第 46 回日本食品微生物学会学術総会, 2025 年 9 月 18 日, カルッツかわさき.

19) 平野 かおり, 大竹 令倭, 安藤 知弘, 下島 優香子, 岡田 由美子. 管内と畜場の *Listeria* spp. 環境モニタリングの有用性. 令和 7 年度獣医学術東北地区学会, 2025 年 10 月 9 日, 秋田キャッスルホテル, 秋田.

20) 森田 幸雄. ジビエの衛生管理. 第 121 回日本食品衛生学会学術講演会教育講演, 2025 年 10 月 17 日, タワーホール船堀.

21) Obi John Okechukwu, Awasthi Sharda Prasad, 宇山 千晴, 日根野谷 淳, 畑中 律敏, 山崎 伸二. 市販食肉のプロビデンシア属菌による汚染状況と分離菌の病原性について. 第 57 回ビブリオシンポジウム, 2025 年 10 月 30 日, 長崎大学, 長崎.

22) 森田 幸雄. と畜場搬入以降における家畜・畜産物の安全性確保の試み. 日本家畜衛生学会家畜衛生フォーラム 2025「切り口の異なる多方面からの畜産環境テーマの展開—畜産環境の安全性を考える—」, 2025 年 12 月 12 日, Meiji Seika ファルマ株式会社本社講堂.

23) 山崎 朗子, 佐々木 賢美, George Sanga, 矢野 弥生, 中馬 猛久, 山崎 栄樹. 南九州に流通する生食用鶏肉における *Campylobacter* 属菌の汚染状況. 第 18 回日本カンピロバクター研究会総会, 2025 年 12 月 19 日, とかちプラザ, 帯広市.

24) 藤川 達也, 杉山 英視, 小野田 伊佐子, 長谷川 久, 渡邊 さつき, 太田 智恵子, 下島 優香子. 食肉処理施設の衛生状態の調査について. 第 62 回静岡県公衆衛生研究会, 2026 年 2 月 10 日, 静岡県コンベンションアーツセンター「グランシップ」, 静岡.

4. 市民向け説明会

- 1) 森田 幸雄. 食中毒を防ぐために大切なこと. 市民大学・麻布大学コース, 2024 年 11 月 12 日, 麻布大学獣医学部棟大会議室, 約 20 名, 相模原市教育委員会・座間市教育委員会・麻布大学.
- 2) 森田 幸雄. 「生食文化」規制を強めるべき?. TOKYO MX TV「激論サミット」, 2025 年 7 月 2 日, TOKYO MX TV に登壇し、肉の生食の危険性について発言.
- 3) 森田 幸雄. 正しく学ぶ野生鳥獣の肉(ジビエ). 神奈川県令和 7 年度第 1 回食の安全・安心基礎講座, 2025 年 7 月 2 日, 神奈川県中井町保健福祉センター及び Web 配信, 約 30 名, 神奈川県生活衛生課.
- 4) 森田 幸雄. 食肉衛生について. 2025 年度桐蔭学園高等学校研究室シャドウイング, 2025 年 7 月 11 日, 麻布大学細菌実習室, 5 名, 桐蔭学園・麻布大学.
- 5) 森田 幸雄. お肉を安全に食べるために必要なこと. 国産食肉セミナー2025「正しく知ろう! お肉の価値～おいしさと健康を考える～」, 2025 年 9 月 10 日, 御茶ノ水トライエッジカンファレンス及び Web 配信, 約 50 名, 公益財団法人日本食肉消費総合センター.
- 6) 下島 優香子. 食中毒を引き起こす細菌とその予防法. 三鷹市市民大学事業一般教養コース「むらさき学苑」, 2025 年 11 月 4 日, 三鷹市生涯学習センターホール, 約 130 名.
- 7) 森田 幸雄. カンピロバクター食中毒を防ぐために. 農林水産省食品衛生リスクコミュニケーション「見えない敵と加熱／冷凍の科学～寄生虫・カンピロバクターから身を守る～」, 2026 年 3 月 19 日, コモレ四谷 四谷タワー及び Web 配信, 約 50 名, 農林水産省消費・安全局.

5. 業界関係者向け説明会

- 1) 森田 幸雄. 食肉衛生概論. 令和 5 年度中央畜産技術研修会(食肉流通), 2023 年 7 月 13 日, 独立行政法人家畜改良センター中央畜産研修施設, 約 34 名, 農林水産省畜産局.

- 2) 森田 幸雄. 食肉の衛生管理・品質管理について. 令和 5 年度高知県学校給食共同調理場職員研修会, 2023 年 7 月 24 日, 高知県立ふくし交流プラザ, 約 50 名, 高知県学校給食会・公益財団法人日本食肉消費総合センター.
- 3) 森田 幸雄. 食肉の衛生管理・品質管理について. 令和 5 年度国産食肉給食利用推進事業食肉セミナー, 2023 年 8 月 18 日, 岐阜県学校給食会, 約 30 名, 岐阜県学校給食会・公益財団法人日本食肉消費総合センター.
- 4) 森田 幸雄. 食鳥肉の衛生管理. 第 10 回食鳥肉安全性確保研修会, 2023 年 9 月 26 日, ホテルメトロポリタン盛岡ニューウイング, 約 80 名, 一般社団法人岩手県獣医師会食鳥検査センター.
- 5) 森田 幸雄. 食肉の安全・安心の確保について. 公益社団法人全国食肉学校講義, 2024 年 5 月 24 日, 公益社団法人全国食肉学校, 約 60 名.
- 6) 森田 幸雄. 食肉衛生学概論. 中央畜産技術研修会, 2024 年 7 月 4 日, 独立行政法人家畜改良センター中央畜産研修施設, 約 30 名, 農林水産省畜産局.
- 7) 森田 幸雄. 食肉衛生に関する話題. 一般社団法人日本 HACCP トレーニングセンター講演会, 2024 年 10 月 4 日, 主婦会館プラザエフ及び Web 配信, 約 200 名.
- 8) 森田 幸雄. 食品由来感染症及びジビエの流通・加工の現状について. 神奈川県医師会・神奈川県獣医師会講演会, 2024 年 10 月 6 日, 神奈川県総合医療会館及び Web 配信, 約 80 名.
- 9) 森田 幸雄. 学校給食における衛生管理. 板橋区教育委員会研修会, 2024 年 10 月 11 日, 板橋区立グリーンホール, 約 240 名.
- 10) 下島 優香子. 大量調理施設衛生管理マニュアルの正しい理解と活用. 新宿区保健所特定給食施設等オンライン管理講習会, 2024 年 11 月, オンライン, 約 300 名.
- 11) 森田 幸雄. 食肉の安全・安心の確保について. 公益社団法人全国食肉学校講義, 2025 年 5 月 28 日, 公益社団法人全国食肉学校講義室, 約 80 名.
- 12) 森田 幸雄. 食肉の安全・安心の確保について. 杉並区食品衛生指導員講習, 2025 年 10 月 1 日・2 日, 杉並公会堂, 2 日間合計約 400 名, 杉並区保健所.
- 13) 森田 幸雄. ジビエの衛生研修. 宮崎県令和 7 年度ジビエの普及拡大に向けた人材育成研修(解体処理), 2025 年 10 月 27 日, 西米良村上米

良公民館及び西米良村ジビエ処理加工施設, 約 30 名, 宮崎県農政水産部.

14) 森田 幸雄. 捕獲個体の異常確認及び食品としての衛生管理. 群馬県令和 7 年度ジビエハンター育成研修, 2026 年 1 月 9 日, 群馬県地域防災センター, 約 80 名, 群馬県農政部.

15) 森田 幸雄. 食肉衛生システムによる食肉センターの衛生管理. 令和 7 年度中央畜産技術研修会【食肉流通】, 2026 年 2 月 4 日, 独立行政法人家畜改良センター, 約 40 名, 農林水産省畜産局.

16) 森田 幸雄. 食肉衛生学概論. 令和 7 年度中央畜産技術研修会【食肉流通】, 2026 年 2 月 5 日, 独立行政法人家畜改良センター, 約 40 名, 農林水産省畜産局.

17) 下島 優香子. 給食施設における衛生管理と食中毒予防. 北区保健所特定給食施設栄養管理講習会, 2026 年 3 月 5 日, 約 60 名.

6. その他

1) 森田 幸雄. 農場 HACCP 導入農場の家畜の安全性及び生産性の動向—酪農場・肉牛肥育農場の事例—. 台湾動物科技研究所講演会, 2023 年 8 月 7 日, 台湾動物科技研究所, 10 名.

2) 森田 幸雄. Historical Background of Eating Meat Culture and Meat Hygiene in Japan. Meat Inspection Officer Congress 2023, 2023 年 8 月 30 日, Forest Crest Nature Hotel & Resort, 約 150 名, Philippines National Meat Inspection Service, Department of Agriculture.

3) 森田 幸雄. 我が国の食肉衛生の変遷. 全国食肉衛生検査所協議会微生物部会, 2023 年 9 月 13 日, 静岡県男女共同参画センター「あざれあ」, 約 80 名.

4) 森田 幸雄. と畜場・食鳥処理場等の HACCP とゼロトレランス. 全国食肉衛生検査所協議会北海道・東北ブロック大会, 2023 年 10 月 24 日, ホテルメトロポリタン盛岡, 約 50 名.

5) 森田 幸雄. と畜場及び食鳥処理場の衛生管理. 食肉及び食鳥肉衛生技術研修, 2024 年 1 月 23 日, 東京証券会館, 約 100 名, 厚生労働省.

6) 森田 幸雄. と畜場の衛生管理. 食肉検査技術研修会, 2024 年 1 月 26 日, 富山県食肉検査所会議室, 約 30 名, 富山県食肉検査所.

7) 森田 幸雄. 食肉・ジビエの衛生管理と HACCP の Audit. 令和 5 年度岐阜県食品衛生監視員等研修会, 2024 年 2 月 9 日, OKB ふれあい会館, 岐阜市, 約 40 名.

8) 森田 幸雄. 食鳥処理場における微生物コントロール. 令和 5 年食鳥検査関係技術講習会, 2024 年 2 月 20 日, 東京都健康安全研究センター, 40 名.

9) 下島 優香子. 共同研究に関する研究報告及びリステリアの衛生管理について. 相模原市生活衛生課食品衛生班保健所職場研修, 2025 年 2 月 19 日, ウェルネスさがみはら 7 階視聴覚室, 相模原市, 約 30 名.

10) 下島 優香子. 「食中毒」. 中学／高校保健ニュース 2025 年 6 月 18 日号, 少年写真新聞社, 2025 年 6 月 18 日, 監修.

11) 下島 優香子. 「食中毒の予防と対処」. 中学／高校保健ニュース 2025 年 6 月 18 日号付録「ほけん通信」, 少年写真新聞社, 2025 年 6 月 18 日, 監修.

12) 下島 優香子. 「食中毒の予防や対処について」. 中学／高校保健ニュース 2025 年 6 月 18 日号解説付録, 少年写真新聞社, 2025 年 6 月 18 日, 執筆.

13) 森田 幸雄. 妥当性確認と検証について. 令和 7 年度短期研修「食肉衛生検査所職員研修」, 2025 年 6 月 27 日, 国立保健医療科学院, 42 名.

14) 森田 幸雄. と畜場及び食鳥処理場における衛生管理計画と外部検証について. 行政関係者等を対象とした講義, 2025 年 9 月 26 日, 新潟市万代市民会館, 約 100 名.

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

令和 5-7 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）

分担研究総括報告書

と畜・食鳥処理場における HACCP の検証及び 食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に資するための研究

と畜場・食鳥処理場の衛生管理実態把握と衛生向上に向けた研究

分担研究者 森田 幸雄 麻布大学・獣医学部
研究協力者 森山 遥, 新村 夏海, 関 絵理子, 李 榕真, 田内 春香, 安達 悠太, 永田 栞
渡邊 哲史, 大石 和樹, 小川 桃花, 河合 香穂, 谷治 杏菜, 内藤 美帆,
岡谷 友三アレシヤンドレ, 長井 誠（麻布大学）
加藤 千晶（東京家政大学大学院）
赤池 洋（森久保薬品㈱）
森田 聡志, 山本 久美子, 山崎 昭子, 井上 伸子, 間渕 徹, 塩野 雅孝,
藤巻 かな子, 渡邊 あかり, 多胡 絵理香, 庄司 和美, 久保田 英治
（群馬県食肉衛生検査所）
小池 史晃, 小野寺 仁, 溝脇 実央, 永瀬 正幸, 小林 光士（JA 飛騨ミート）
越 勝男, 宮垣 真理子, 塚本 真由美, 坂下 幸久（岐阜県飛騨食肉衛生検査所）
漆山 尚也, 佐藤 空見子, 須藤 亜寿佳, 浅野 晋, 池田 完
（山形県庄内食肉衛生検査所）
菊池 貴子, 富田 昌俊（スターゼン㈱）
又間 信仁, 中村 隆史, 奈須 正知, 花田 博, 川畑 英幸
（スターゼンミートプロセッサー㈱）
石岡 大成（高崎健康福祉大学）
岡田 由美子（国立医薬品食品衛生研究所）
下島 優香子（東洋大学）
Clarita M. Sangcal, Roberto S. Umali（National Meat Inspection Service, Philippines）

研究要旨：本研究では、と畜場・食鳥処理場における HACCP の検証及び食肉・食鳥肉の衛生管理向上に資することを目的として、令和 5 年度から令和 7 年度までの 3 年間に、農場、生体搬入、と畜・解体、製品、流通・保存の各段階を対象に衛生管理実態を調査するとともに、得られた科学的知見を危害要因分析及び妥当性確認に反映した。農場 HACCP については、黒毛和種牛肥育農場及び養豚農場で CCP の管理基準からの逸脱は認められず、生産物の安全性確保に有効であることが確認された。さらに農場 HACCP 導入 30 農場の調査では、安全性向上を実感する農場が多い一方、収益性・生産性への効果は様ではなく、文書・記録作成の負担、人員、教育訓練及びデジタルツール活用が継続運用上の課題であった。と畜場搬入黒毛和種牛では EHEC が 90 頭中 16 頭（18%）から検出され、非 O157 型が大部分を占めた。カンピロバクターは 90 頭中 45 頭（50%）、57 農場中 32 農場（56.1%）から検出された一方、サルモネラは糞便スワブ 262 検体から分離されなかった。肥育豚では *Helicobacter suis* が 40 頭中 33 頭（82.5%）から検出されたが、枝肉 55 頭からは検出されず、胃破損率も 1.0% であった。枝肉衛生では、めん羊枝肉の部位別汚染の差を明らかにし、豚枝肉付着異物 58 検体の全てから一般生菌を検出した。特に残皮は糞便と同程度の高い汚染を示し、目視可能な異物を確実にトリミングする重要性が示された。市販鶏肉・鶏レバーではカンピロバクター及びサルモネラが検出され、衛生指標菌数のみから病原菌汚染を予測することは困難であった。市販牛肉・豚肉では主要な食中毒菌は検出されなかったが、4℃保存中に一般生菌数が増加し、30℃及び 15℃培養で高値となった。次世代シーケンサー(NGS)による菌叢解析では保存に伴いシュドモナス目、ラクトバチルス目等が優占し、低温増殖性細菌が品質変化に関与することが示された。豚枝肉への 85℃・16 秒の温湯処理は枝肉表面の微生物負荷を低減し、部分肉の低温保存中の異臭発生を遅延させた。以上の成果を基に、牛、豚及び大規模食鳥処理場について、従来様式及び Codex CXC 1-1969〔2022〕様式の危害要因分析表並びに妥当性確認（Validation）解説書を作成した。3 年間の研究から、HACCP の実効性を高めるには、農場段階の危害管理、搬入家畜の病原体保有実態、目視汚染・異物除去、病原微生物検査、低温増殖

性細菌を含む菌叢解析、低減処理の妥当性確認を組み合わせ、フードチェーン全体を科学的に評価することが重要であると結論した。

A. 研究目的

食肉及び食鳥肉の安全性確保には、農場における生産段階から、と畜場・食鳥処理場における処理工程、流通・保存、調理・消費に至るまで、フードチェーン全体の各段階において科学的根拠に基づく衛生管理を実施することが必要である。国内のと畜場及び食鳥処理場では、令和3年6月からHACCPに基づく衛生管理が完全施行されており、その衛生管理体制については、導入時のみならず、継続的な妥当性確認及び検証を行うことが重要である。

本分担研究では、と畜場・食鳥処理場におけるHACCPの検証及び食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に資することを目的として、農場段階、と畜・食鳥処理段階、流通・保存段階における衛生管理実態を多面的に把握した。具体的には、農場HACCP導入農場における安全性及び生産性への影響、と畜場搬入家畜における腸管出血性大腸菌、カンピロバクター及びサルモネラ等の保菌状況、と畜処理後の枝肉表面及び枝肉付着異物の微生物汚染状況、市販食肉・食鳥肉における食中毒菌及び衛生指標菌の汚染実態、低温保存中の微生物動態、並びに温湯処理等による衛生管理効果について検討することを目的とした。

さらに、次世代シーケンサーを用いた菌叢解析等により、従来の培養法のみでは把握しにくい食肉・食鳥肉の微生物叢の変化を明らかにし、HACCPに基づく衛生管理の妥当性確認及び検証に活用可能な科学的知見を得ることを目指した。あわせて、牛、豚及び大規模食鳥処理場における危害要因分析表等を作成し、衛生管理計画及び外部検証に資する基礎資料を整備することを目的とした。

B. 研究方法

1. 農場 HACCP 導入効果の調査

黒毛和種牛肥育農場、養豚農場、乳用牛農場、肉用牛農場及び養豚農場を対象として、農場HACCP導入後の安全性及び生産性への影響を調査した。黒毛和種牛肥育農場では、2016年から2021年までを調査期間とし、出荷時の薬剤残留及び注射針混入を重要管理点（CCP）として設定し、その逸脱状況、衛生管理目標の達成状況、

死亡頭数、BMS スコア及び5等級率等を調査した。養豚農場では、母豚300頭規模の一貫生産農場を対象として、出荷豚選定工程に設定したCCPの逸脱状況、平均生存産子数、平均離乳前死亡率及び平均離乳後死亡率等の推移を解析した。

さらに、農場HACCP導入支援を受けた乳用牛、肉用牛及び養豚農場を対象として、HACCP運用に関する評価、収益性及び生産性、文書・記録管理、デジタルツールの利用状況等に関するアンケート調査を実施した。あわせて、農場HACCP導入を中断した農場について、中断理由を調査した。また、乳用牛農場、肉用牛農場及び養豚農場各2農場、計6農場について、HACCP導入後の生産物の安全性及び生産性に関するデータを解析した。

2. と畜場搬入黒毛和種牛における食中毒菌保菌状況調査

2021年5月から10月にJA飛騨ミートに搬入された黒毛和種牛90頭の盲腸内容を対象として、腸管出血性大腸菌及びカンピロバクターの保菌状況を調査した。腸管出血性大腸菌については、ノボビオシン加mEC培地で増菌後、選択培地に接種し、疑わしい集落を分離した。分離株について、生化学的性状検査、市販血清を用いた凝集試験及びPCR法によるOg型別を実施し、病原性関連遺伝子の保有状況を確認した。

カンピロバクターについては、盲腸内容から分離され冷凍保存されていた菌株を用い、PCR法による菌種同定、*Campylobacter jejuni*の病原性関連遺伝子の保有状況、Penner血清型及び薬剤感受性を調査した。また、得られた成績を農場別に解析した。さらに、2024年9月及び2025年1月に搬入された黒毛和種牛262検体の糞便スワブを用いて、RV培地及びクロモアーガーサルモネラ寒天培地によりサルモネラの分離を試みた。

3. めん羊枝肉表面の衛生状況調査

2024年3月から7月に群馬県内と畜場で解体処理され、と畜検査に合格後、冷蔵庫に入庫されためん羊4頭を対象とした。各枝肉の体表30か所を10×10cm²でふき取り、PBSに懸濁したものを試料原液とした。ペトリフィルムAC、EB及びECプレートを用いて、一般生菌数、腸内細菌科菌群数、大腸菌群数及び大腸菌数を測定し

た。また、糞便からサルモネラ、カンピロバクター、腸管出血性大腸菌及びリステリアの分離を試みるとともに、次世代シーケンサー(NGS)を用いた菌叢解析を実施した。

4. 市販鶏肉及び鶏レバーの衛生状況調査

2021年3月から9月に東京都及び神奈川県の小売店で購入した市販鶏肉 56 検体及び鶏レバー 17 検体を対象とした。鶏肉はモモ、ムネ及びササミを対象とし、カンピロバクター及びサルモネラの検出状況を確認した。分離菌については、菌種同定、血清型別、病原性関連遺伝子検査及び薬剤感受性試験を実施した。

また、一般生菌数、腸内細菌科菌群数、大腸菌群数及び大腸菌数を測定し、これらの衛生指標菌数とカンピロバクター及びサルモネラ検出成績との関連を検討した。統計解析には EZR を用い、リスク比及び95%信頼区間を算出した。

5. 市販牛肉及び豚肉の食中毒菌、衛生指標菌及び菌叢解析

2024年12月から2025年2月にかけて、東京都、神奈川県及び群馬県内のスーパーマーケットで国内産牛肉 14 検体及び国内産豚肉 18 検体を購入した。各検体 25g に滅菌 PBS を加え、ストマッカー処理したものを試料原液とした。購入 0 ～1 日後の検体について、サルモネラ、カンピロバクター及び腸管出血性大腸菌の分離を試みた。

また、一般生菌数を 35℃・2 日間、30℃・3 日間及び 15℃・7 日間の 3 条件で測定した。さらに、同一検体を 4℃で 14 日間保存した後、同様に一般生菌数を測定し、保存中の菌数変化を検討した。購入直後及び保存後の試料原液については、16S rRNA 遺伝子解析を実施し、QIIME2 及び SILVA データベースを用いて菌叢構成を解析した。

6. 豚枝肉に付着した異物の微生物検査

令和7年1月から5月に解体処理を行った豚枝肉のうち、処理工程で異物の付着が確認されたトリミング片を対象とした。異物は、糞便、残皮、黒色異物、消化管内容物、胆汁、ダスト、獣毛及び接触痕に分類した。トリミング片を PBS 中でストマッカー処理し、ペトリフィルム AC、EB 及び EC プレートを用いて、一般生菌数、腸内細菌科菌群数、大腸菌群数及び大腸菌数を測定した。また、一般生菌数が高値を示した検体について、次世代シーケンサーによる菌叢解析を実施した。

7. 豚枝肉への温湯処理効果の検討

豚枝肉への温湯処理が、枝肉表面の微生物負

荷及び部分肉の保存性に及ぼす影響を検討した。温湯処理は、と畜後の豚枝肉に対して 85℃の温湯を合計 16 秒間噴霧して実施した。温湯処理後の枝肉表面について、一般生菌数、腸内細菌科菌群数、大腸菌群数及び大腸菌数を測定した。

また、温湯処理あり及び温湯処理なしの豚肩ロース肉を真空包装し、2℃で長期保存した。保存期間中に細菌検査及び官能検査を実施し、異臭発生の有無を確認した。培養菌の同定には MALDI-TOF MS 及び 16S rRNA 遺伝子解析を用い、さらに MiSeq による 16S rRNA 遺伝子解析により保存中の菌叢変化を解析した。

8. と畜場搬入肥育豚における *Helicobacter suis* 調査

2024年10月に山形県内と畜場に搬入され、と畜検査で消化管又は臍臓に病変を認めた肥育豚 40 頭を対象として、胃を材料に *H. suis* の保菌状況を調査した。さらに、2025年6月から8月に枝肉のふき取り検査及び切り取り検査を実施し、枝肉汚染状況を調査した。各検体から DNA を抽出し、PCR 法により *H. suis* の検出を試みた。また、2025年8月に同と畜場に搬入された肥育豚 1,000 頭を対象として、内臓摘出工程における胃破損の有無を目視で確認した。

9. フィリピン豚と畜場及び食鳥処理場の衛生状況調査

2023年8月22日から9月1日まで、フィリピンの National Meat Inspection Service (NMIS) を訪問した。NMIS 事務棟及び研究棟を訪問するとともに、NMIS 獣医師査察官に同行し、食鳥処理場、豚と畜場、食肉処理施設及び冷凍保管配送施設を視察した。また、NMIS 主催のと畜検査員研修会に参加し、フィリピンにおけると畜検査、食肉衛生管理、豚肉及び鶏肉の処理・流通状況に関する情報を収集した。

10. 牛、豚及び大規模食鳥処理場における危害要因分析表等の作成

公表されている成書、既存の危害要因分析表、関連通知、妥当性確認に関する文献等を参考に、牛と畜解体、豚と畜解体及び大規模食鳥処理場における危害要因分析表等を作成した。作成した資料は、HACCP に基づく衛生管理計画、施設における内部検証及び食肉衛生検査所等が実施する外部検証に活用可能な基礎資料とすることを想定した。

C. 研究結果

1. 農場 HACCP 導入効果の調査

黒毛和種牛肥育農場では、調査期間を通じて、出荷時の薬剤残留及び注射針混入に関する重要管理点（CCP）からの逸脱は認められず、食品としての安全性は確保されていた。また、農場 HACCP 導入後、死亡頭数は減少傾向を示し、導入 6 か月未満の牛における呼吸器疾病治療頭数も減少傾向を示した。さらに、出荷黒毛和種牛の BMS スコア及び 5 等級率は上昇しており、農場 HACCP 導入は、食品の安全性確保に加え、家畜衛生の向上及び高品質な食肉生産に寄与する可能性が示された。

養豚農場においても、出荷豚選定工程に設定した CCP からの逸脱は認められず、安全性は確保されていた。平均生存産子数は年次的に増加傾向を示し、GMP 及び教育訓練の実施が生産性の向上に寄与している可能性が認められた。一方で、平均離乳前死亡率等の衛生管理目標は全ての年で達成されたわけではなく、農場 HACCP 導入後も継続的な改善活動が必要であると考えられた。

乳用牛、肉用牛及び養豚農場を対象としたアンケート調査では、農場 HACCP の運用により生産物の安全性向上を実感する農場は多かったが、収益性及び生産性の向上を明確に実感している農場は限定的であった。また、文書・記録作成の負担が大きいこと、デジタルツールの導入を必要とする農場が多いことが明らかとなった。乳用牛農場、肉用牛農場及び養豚農場各 2 農場、計 6 農場の解析では、全農場で CCP の管理基準からの逸脱は認められず、安全性は確保されていた。一方、衛生管理目標の一部は未達成であり、農場 HACCP の普及には、生産性向上に向けた段階的評価の枠組みと、記録管理を支援するデジタルツールの活用が重要であると考えられた。

2. と畜場搬入黒毛和種牛における食中毒菌保菌状況調査

と畜場搬入黒毛和種牛 90 頭の盲腸内容を対象とした調査では、腸管出血性大腸菌の保菌率は 18%（16/90 頭）であった。分離株の血清型は、Og5 が最も多く、次いで Og109 が認められた。その他、Og49、Og157、Og136、Og145 を含む株も分離され、非 O157 型が多くを占めた。非特定株の中には、*eae* を保有しない一方で VT2 遺伝子を保有し、毒素産生性を示す株も認められた。これらの結果から、我が国の黒毛和種牛が保菌

する腸管出血性大腸菌の血清型は変化している可能性が示唆された。

カンピロバクターは、黒毛和種牛 90 頭中 45 頭（50%）から分離され、57 農場中 32 農場（56.1%）が陽性であった。分離菌種は *Campylobacter jejuni* が最も多く、*C. coli* 及び *C. hyointestinalis* も分離された。分離 *C. jejuni* では、*cdtA*、*cdtB*、*flaA* 等の病原性関連遺伝子を保有する株が多く認められた。また、キノロン系薬剤に耐性を示す株も確認された。一方、同一農場から複数回 *C. jejuni* が分離された場合でも、同一の遺伝子型及び血清型が継続的に分離される傾向は明確ではなく、特定のハイリスク農場を単純に抽出することは困難であると考えられた。

黒毛和種牛糞便 262 検体を対象としたサルモネラ保菌調査では、サルモネラは分離されなかった。このことから、我が国のと畜場搬入黒毛和種牛におけるサルモネラ保菌率は低いことが再確認された。

3. めん羊枝肉表面の衛生状況調査

と畜処理されためん羊枝肉では、枝肉表面の細菌汚染状況は部位により異なることが確認された。一般生菌数は調査した部位から広く検出され、腸内細菌科菌群、大腸菌群及び大腸菌も一部の部位から検出された。特に、大腸菌及び腸内細菌科菌群が検出された部位では、消化管内容物等による汚染の可能性を考慮し、重点的なゼロトレランス検証が必要であると考えられた。

めん羊肉の国内流通量は限定的であるが、施設ごとに処理工程及び枝肉汚染状況を把握し、汚染が認められやすい部位を重点的に管理することが重要であると考えられた。科学的なふき取り検査データに基づいて、トリミング、洗浄、消毒等の衛生対策を指導することが、めん羊処理における衛生管理向上に有用であることが示された。

4. 市販鶏肉及び鶏レバーの衛生状況調査

市販鶏肉及び鶏レバーからは、カンピロバクター及びサルモネラが分離され、これらの食品が食品衛生上ハイリスクな食材であることが再確認された。カンピロバクターの主な分離菌種は *C. jejuni* であり、過去の報告と同様の傾向を示した。一方、汚染菌数は過去の報告と比較して低下している可能性があり、今後も継続的な定量調査が必要であると考えられた。

サルモネラについては、鶏肉及び鶏レバーの

双方から分離され、分離血清型には *S. Schwarzengrund* 等が認められた。分離株は病原性関連遺伝子を保有しており、鶏肉及び鶏レバーの加熱不十分な喫食には注意が必要であると考えられた。

衛生指標菌数とカンピロバクター又はサルモネラ検出成績との関連を解析したところ、鶏肉においては、一般生菌数、腸内細菌科菌群数及び大腸菌群数を、これら食中毒菌汚染の指標として用いることは困難であることが示された。したがって、鶏肉及び鶏レバーにおけるカンピロバクター及びサルモネラリスク評価には、衛生指標菌検査だけでなく、対象病原体を直接検出する高感度な検査法の活用が重要であると考えられた。

5. 市販牛肉及び豚肉の食中毒菌、衛生指標菌及び菌叢解析

市販牛肉 14 検体及び豚肉 18 検体を対象とした調査では、サルモネラ、カンピロバクター及び腸管出血性大腸菌は検出されなかった。検体数は限られるものの、調査対象とした市販牛肉及び豚肉では、これら病原細菌による汚染リスクは低いことが示された。

一方、一般生菌数は比較的高く、35℃培養よりも 30℃及び 15℃培養で高値を示す傾向が認められた。また、4℃で 14 日間保存後には一般生菌数が増加し、特に 30℃及び 15℃培養条件で顕著であった。このことから、市販牛肉及び豚肉の微生物汚染の主体は、低温増殖性の環境由来細菌である可能性が示唆された（図 1-1、図 1-2、図 1-3）。

菌叢解析では、購入直後の牛肉及び豚肉では、ラクトバチルス目、エンテロバクター目、シュードモナス目、スタフィロコッカレス目、ミクロコッカレス目等が混在し、検体ごとに多様な菌叢構成を示した（図 1-4）。4℃保存後には、シュードモナス目及びラクトバチルス目が優占する傾向が認められ、保存中の菌叢構成は初期汚染だけでなく、保存環境の影響を強く受けることが明らかとなった（図 1-5）。さらに、輸出認定施設由来牛肉では、腸管由来汚染を示唆する菌群が少なく、高度な衛生管理の効果が市販段階の菌叢構成にも反映されている可能性が示唆された。これらの結果から、NGS を用いた菌叢解析は、市販食肉の衛生状態評価、汚染源推定及び HACCP に基づく衛生管理の妥当性評価に有用であると考えられた。

6. 豚枝肉に付着した異物の微生物検査

豚枝肉に付着した糞便、残皮、黒色異物、消化管内容物、胆汁、ダスト、獣毛及び接触痕を対象として微生物検査を実施したところ、すべての異物区分から一般生菌が検出された（図 2-1）。一般生菌数は残皮で高く、糞便と同程度の細菌汚染が認められた。腸内細菌科菌群は、獣毛を除く多くの検体から検出され（図 2-2）、糞便、消化管内容物及び胆汁等では大腸菌群及び大腸菌も検出された。一方、ダスト、獣毛及び接触痕では、大腸菌群及び大腸菌が検出限界以下となる検体が多かった。

菌叢解析では、糞便及び胆汁では *Clostridiales* が、ダストでは *Flavobacteriales* が高い比率を占めるなど、異物の種類により菌叢構成が異なることが示された。残皮では検体により菌叢構成に差が認められたが、一般生菌数が高値を示したことから、枝肉表面の衛生確保には、糞便だけでなく、残皮を含む異物付着部位を確実に除去することが重要であると考えられた。これらの結果は、ゼロトレランス検証及びトリミングの重要性を支持するものであった。

7. 豚枝肉への温湯処理効果の検討

85℃の温湯を合計 16 秒間噴霧する豚枝肉への温湯処理により、枝肉表面の初期微生物負荷は低減された。温湯処理後の枝肉表面では、一般生菌数、腸内細菌科菌群数、大腸菌群数及び大腸菌数が低い水準で推移し、本処理は枝肉衛生の向上に有効であることが示された。

温湯処理あり及び温湯処理なしの豚肩ロース肉を真空包装し、2℃で長期保存したところ、温湯処理なし豚肉では保存 40 日後から異臭が認められたのに対し、温湯処理あり豚肉では 50 日後まで異臭は認められなかった。したがって、温湯処理による初期菌数の低減は、部分肉の保存性向上及び異臭発生の遅延に寄与する可能性が示唆された。

菌叢解析では、保存期間の延長に伴い菌叢の多様性が低下し、特定菌群が優占化した。温湯処理なし豚肉では *Serratia* 属及び *Clostridium* 属が優勢となり、温湯処理あり豚肉では保存初期に *Pseudomonas* 属が優勢であったが、その後 *Serratia* 属へ優占菌が遷移した。これらの結果から、食肉の品質劣化は単純な生菌数の増加だけでは説明できず、菌叢構成の変化が重要な役割を果たすことが示唆された。NGS を用いた菌叢解析は、保存中の微生物動態及び品質変化の評

価に有用であると考えられた。

8. と畜場搬入肥育豚における *Helicobacter suis* 調査

山形県内と畜場に搬入された肥育豚を対象とした調査では、40 頭中 33 頭から *H. suis* が検出され、保菌率は 82.5%であった。全ての調査農場で陽性豚が認められ、国内の肥育豚が *H. suis* の重要な保菌宿主であることが確認された。

一方、枝肉のふき取り検査及び切り取り検査では *H. suis* は検出されなかった。また、内臓摘出工程における胃破損率は 1.0%と低率であった。これらの結果から、肥育豚は高率に *H. suis* を保菌しているものの、適切にと畜・解体工程及び衛生管理が実施されていれば、枝肉を介した人への感染リスクは低く管理できる可能性が示された。特に、胃破損の防止、内臓摘出工程の衛生管理及び口腔由来汚染の抑制が重要であると考えられた。

9. フィリピンの豚と畜場及び食鳥処理場の衛生状況調査

フィリピンの National Meat Inspection Service (NMIS) を訪問し、食鳥処理場、豚と畜場、食肉処理施設及び冷凍保管配送施設の衛生管理状況に関する情報を得た。フィリピンでは 28 日齢のブロイラーが主に処理・消費されており、食鳥処理場では中抜き工程、と畜冷却工程及び金属検出工程が CCP として設定されていた。施設によっては古い設備を使用していたものの、清掃状況や工程管理について一定の管理が行われていた。

一方、豚と畜場及び食肉処理施設では、アフリカ豚熱発生後に豚肉輸出が停止し、国内消費量も減少した影響が認められた。輸出が停止されると、衛生管理の維持に対する産業上の動機付けが低下し、施設の衛生水準にも影響を及ぼす可能性が示唆された。悪性家畜伝染病の国内侵入を防ぐことは、家畜衛生上のみならず、国内流通食肉の衛生水準を維持する上でも重要であると考えられた。

10. 牛、豚及び大規模食鳥処理場における危害要因分析表等の作成

牛と畜解体、豚と畜解体及び大規模食鳥処理場における危害要因分析表等を作成した。作成にあたっては、公表されている成書、既存の危害要因分析表、関連通知、妥当性確認に関する文献等を参考とし、それぞれの処理工程における生物的、化学的及び物理的危害要因を整理し

た。

作成した資料は、施設における HACCP に基づく衛生管理計画の作成、内部検証及び食肉衛生検査所等が実施する外部検証に活用可能な基礎資料となるものである。これにより、と畜場及び大規模食鳥処理場における危害要因分析の標準化と、科学的根拠に基づく衛生管理の推進に資する資料を整備することができた。

D. 考察

1. 農場 HACCP 導入効果の調査

農場 HACCP 導入農場では、黒毛和種牛肥育農場及び養豚農場において、設定された重要管理点 (CCP) の管理基準からの逸脱は認められず、生産物の安全性確保に有効であることが確認された。特に、薬剤残留及び注射針混入のように、出荷時に管理すべき明確な危害要因については、記録に基づく確認を徹底することで、食品としての安全性を安定的に確保できると考えられた。

一方で、農場 HACCP 導入による生産性及び収益性への効果は、農場により差が認められた。黒毛和種牛肥育農場では死亡頭数や呼吸器疾病治療頭数の減少、BMS スコア及び 5 等級率の向上が認められ、農場 HACCP 及び GMP の運用が家畜衛生の向上や高品質な食肉生産に寄与した可能性がある。養豚農場でも平均生存産子数の増加傾向が認められたが、離乳前死亡率等の衛生管理目標は必ずしも達成されていなかった。このことから、農場 HACCP は導入すれば直ちに全ての生産指標が改善するものではなく、GMP、教育訓練、記録の活用及び継続的改善と一体的に運用することが重要であると考えられた。

また、アンケート調査では、農場 HACCP の導入により生産物の安全性向上を実感する農場が多い一方で、文書・記録作成の負担が大きいことが明らかとなった。農場 HACCP の普及を進めるためには、記録作成を単なる負担とせず、衛生管理目標の達成状況や生産性改善に活用できる仕組みを整える必要がある。今後は、デジタルツールを活用した記録管理、農場ごとの改善指標の設定、及び導入後の効果を可視化する方法を整備することが重要である。

2. と畜場搬入黒毛和種牛における食中毒菌保菌状況調査

黒毛和種牛の盲腸内容から腸管出血性大腸菌が分離され、血清型では O157 以外の Og 型が多く認められた。このことは、牛肉の衛生管理に

において O157 のみを想定するのではなく、non-O157 STEC を含めた危害要因として管理する必要があることを示している。特に、eae を保有しない一方で VT2 遺伝子を保有し、毒素産生性を示す株が認められたことから、血清型や一部の病原性遺伝子のみでリスクを過小評価しないことが重要である。

カンピロバクターは黒毛和種牛 90 頭中 45 頭から分離され、農場単位でも半数以上が陽性であった。分離菌は *Campylobacter jejuni* が主体であり、病原性関連遺伝子を保有する株も多かった。したがって、黒毛和種牛はカンピロバクターの重要な保菌宿主であり、と畜工程における消化管内容物による枝肉汚染を防止することが重要である。一方で、同一農場から同じ遺伝子型や血清型の株が継続的に分離される傾向は明確ではなかった。このことから、特定農場のみをハイリスク農場として管理する方法には限界があり、と畜場では搬入農場にかかわらず、全ての牛について標準化された衛生管理を実施する必要がある。

サルモネラは黒毛和種牛糞便 262 検体から分離されなかった。黒毛和種牛におけるサルモネラ保菌率は低い可能性があるが、検出されなかったことをもってリスクが存在しないと判断することはできない。サルモネラ保菌状況は地域、季節、飼養管理、検体数により変動する可能性があるため、今後も継続的なモニタリングが必要である。

3. めん羊枝肉表面の衛生状況調査

めん羊枝肉表面のふき取り検査では、部位により細菌汚染状況が異なることが明らかとなった。特に、大腸菌及び腸内細菌科菌群が検出された部位では、糞便又は消化管内容物由来の汚染が疑われるため、ゼロトレランス検証を重点的に実施する必要がある。めん羊は牛や豚と比較して処理頭数が少ない施設も多いと考えられるが、少数処理であっても、剥皮、内臓摘出、枝肉搬送等の各工程において交差汚染が生じる可能性がある。

今回の結果から、めん羊処理においても、枝肉表面の汚染部位を科学的に把握し、処理工程上のどの操作が汚染に関与しているかを検証することが重要であると考えられた。ふき取り検査結果を施設にフィードバックし、作業手順、器具の洗浄消毒、作業者の手指衛生、枝肉同士の接触防止等の改善につなげることが、HACCP

に基づく衛生管理の検証として有用である。

4. 市販鶏肉及び鶏レバーの衛生状況調査

市販鶏肉及び鶏レバーからカンピロバクター及びサルモネラが分離されたことから、これらは依然として食品衛生上ハイリスクな食材であることが確認された。鶏肉及び鶏レバーは加熱用食品として流通しているが、家庭や飲食店における加熱不十分、調理器具や手指を介した二次汚染により、食中毒リスクが生じる。したがって、処理場及び流通段階での汚染低減に加え、消費段階における十分な加熱及び二次汚染防止の啓発が重要である。

また、一般生菌数、腸内細菌科菌群数及び大腸菌群数は、鶏肉におけるカンピロバクター及びサルモネラ汚染の指標として十分に機能しないことが示された。これは、衛生指標菌数が低い検体であっても、特定の食中毒菌が存在する可能性があることを意味する。したがって、鶏肉のリスク評価では、衛生指標菌検査のみで安全性を判断するのではなく、必要に応じてカンピロバクター及びサルモネラを直接対象とした検査を組み合わせる必要がある。

鶏肉及び鶏レバーの衛生管理では、処理工程中の汚染低減対策、チラー水管理、交差汚染防止、製品の温度管理等を総合的に実施する必要がある。さらに、消費者及び食品取扱者に対して、鶏肉・鶏レバーは加熱不十分で喫食すべきではないこと、調理器具の使い分け及び手洗いを徹底することを継続的に周知する必要がある。

5. 市販牛肉及び豚肉の食中毒菌、衛生指標菌及び菌叢解析

市販牛肉及び豚肉からサルモネラ、カンピロバクター及び腸管出血性大腸菌は検出されなかった。検体数は限られているものの、今回調査した市販牛肉及び豚肉では、主要な食中毒菌による汚染は低い水準に管理されていたと考えられる。一方、一般生菌数は比較的高く、特に 30℃及び 15℃培養で高値を示したことから、市販食肉の微生物汚染は、病原細菌だけでなく低温増殖性細菌による品質低下の観点からも評価する必要がある。

4℃保存後に菌数が増加したことは、冷蔵保存中であっても微生物の増殖が進行することを示している。食品衛生法上の保存温度を満たしていても、保存期間、包装形態、初期汚染菌叢によっては品質劣化が進む可能性がある。したがって、市販食肉の衛生管理では、病原体の不検

出だけでなく、低温流通中の品質保持を含めた微生物管理が重要である。

菌叢解析では、購入直後と保存後で菌叢構成が変化し、保存後にはシュードモナス目やラクトバチルス目が優占する傾向が認められた。これらの結果は、培養法による菌数測定だけでは把握しにくい微生物叢の変化を、次世代シーケンサー解析により可視化できることを示している。特に、輸出認定施設由来牛肉では腸管由来汚染を示唆する菌群が少なかったことから、菌叢解析は高度衛生管理施設における衛生管理効果の検証にも活用できる可能性がある。

6. 豚枝肉に付着した異物の微生物検査

豚枝肉に付着した異物のうち、糞便だけでなく、残皮、黒色異物、消化管内容物、胆汁、ダスト、獣毛及び接触痕からも一般生菌が検出された。特に残皮では糞便と同程度の一般生菌数が認められたことから、目視上「糞便」ではない異物であっても、微生物汚染の観点からは無視できない危害要因となることが示された。

ゼロトレランス検証では、糞便、消化管内容物、乳房内容物等の明らかな汚染の有無が重視されるが、本研究結果は、枝肉表面の衛生確保には残皮等の異物付着部位も確実に除去する必要があることを示している。残皮は剥皮工程又はその後の接触に由来する可能性があり、剥皮技術、ナイフや器具の衛生、枝肉同士の接触、作業者の手指衛生等を総合的に見直す必要がある。

菌叢解析では、異物の種類により優占菌群が異なっていた。これは、異物の由来を推定し、汚染発生工程を特定する上で有用な情報となり得る。今後は、異物の種類ごとの菌叢パターンを蓄積し、工程改善や外部検証に活用することで、より科学的な衛生指導が可能になると考えられる。

7. 豚枝肉への温湯処理効果の検討

85℃、合計 16 秒間の温湯処理により、豚枝肉表面の微生物負荷が低減し、温湯処理後の枝肉では衛生指標菌が低い水準で推移した。このことから、温湯処理は豚枝肉の初期汚染低減に有効な手段であると考えられた。と畜場では加熱殺菌工程が存在しないため、枝肉段階での汚染低減技術は HACCP の妥当性確認及び衛生管理の高度化において重要な意味を持つ。

さらに、温湯処理を実施した豚肩ロース肉では、低温保存中の異臭発生が遅延した。これは、

初期菌数の低減が保存中の品質劣化を遅らせる可能性を示している。ただし、保存期間の延長に伴い菌数は増加し、特定菌群が優占化したことから、温湯処理のみで保存中の微生物増殖を完全に抑制できるわけではない。温湯処理は、適切な冷却、包装、温度管理及び流通管理と組み合わせて実施する必要がある。

菌叢解析では、保存期間中に *Pseudomonas* 属から *Serratia* 属への優占菌の遷移が確認された。異臭や品質劣化には、総菌数だけでなく、どの菌群が優占するかが重要であると考えられる。したがって、温湯処理の評価においては、一般生菌数等の培養法に加え、菌叢解析を組み合わせることで、保存性向上の機序をより詳細に検討できると考えられた。

8. と畜場搬入肥育豚における *Helicobacter suis* 調査

肥育豚の胃から *H. suis* が高率に検出されたことから、国内の肥育豚は本菌の重要な保菌宿主であることが確認された。*H. suis* は豚の胃に定着する細菌であり、と畜工程において胃内容物や胃粘膜が枝肉に接触した場合、枝肉汚染の可能性が生じる。そのため、内臓摘出工程における胃破損の防止は重要である。

一方、枝肉のふき取り検査及び切り取り検査では *H. suis* は検出されず、胃破損率も低率であった。このことから、適切な内臓摘出操作及び衛生管理が行われている施設では、肥育豚が高率に本菌を保菌していても、枝肉を介した人への感染リスクは低く管理できる可能性が示された。

ただし、今回の結果は特定施設における調査であり、施設の処理方法、作業者の熟練度、処理頭数、胃内容物の状態等により汚染リスクは変動する可能性がある。今後は、複数施設での調査、胃破損事例の詳細解析、口腔内保菌の関与等を含めて検討することで、と畜工程における *H. suis* 汚染リスクをより明確に評価できると考えられる。

9. フィリピン豚と畜場及び食鳥処理場の衛生状況調査

フィリピンの食鳥処理場及び豚と畜場の視察により、海外における食肉衛生管理の実態を把握することができた。食鳥処理場では、中抜き、冷却、金属検出等が CCP として設定されており、HACCP に基づく管理の枠組みは整備されていた。一方で、施設や設備の状況は施設間で差があり、

衛生管理水準は処理施設の設備投資、輸出対応の有無、行政監視体制等に影響を受けると考えられた。

豚肉については、アフリカ豚熱発生後に輸出が停止され、国内消費にも影響が生じていた。輸出の停止は、単に経済的影響をもたらすだけでなく、施設側が高い衛生水準を維持する動機付けにも影響する可能性がある。これは、悪性家畜伝染病の侵入防止が、家畜防疫のみならず、食肉衛生水準の維持にも密接に関係することを示している。

今回の視察結果から、我が国においても、家畜伝染病の侵入防止、と畜場・食鳥処理場の衛生管理、輸出対応を含む国際的な衛生基準への適合は相互に関連していると考えられた。海外事例を踏まえ、国内の食肉衛生管理体制を継続的に検証し、衛生管理水準を維持・向上させることが重要である。

10. 牛、豚及び大規模食鳥処理場における危害要因分析表等の作成

牛、豚及び大規模食鳥処理場における危害要因分析表等を作成したことは、HACCPに基づく衛生管理の実効性を高める上で重要である。と畜場及び食鳥処理場では、加熱等の確実な殺菌工程を持たない場合が多く、原料動物が保有する病原微生物や処理工程中の交差汚染を完全に排除することは困難である。そのため、各工程における危害要因を整理し、管理手段を明確にすることが不可欠である。

危害要因分析表は、施設が衛生管理計画を作成する際の参考資料となるだけでなく、内部検証及び外部検証において、どの工程を重点的に確認すべきかを整理するための基礎資料となる。特に、牛、豚、鶏では保有する病原体、処理工程、汚染発生箇所が異なるため、畜種及び処理形態ごとに危害要因を整理することが重要である。

今後は、作成した危害要因分析表等を固定的な資料として扱うのではなく、新たな食中毒発生状況、外部検証データ、施設環境モニタリング結果、菌叢解析等の新しい科学的知見を反映し、継続的に更新していく必要がある。これにより、HACCPに基づく衛生管理の妥当性確認及び検証を、より科学的かつ実践的に進めることができると考えられる。

E. 結論

1. 農場 HACCP 導入効果の調査

農場 HACCP 導入農場では、黒毛和種牛肥育農場、養豚農場、乳用牛農場及び肉用牛農場において、設定された重要管理点（CCP）の管理基準からの逸脱は認められず、生産物の安全性は確保されていた。農場 HACCP は、食品の安全性確保に有効であるとともに、GMP 及び教育訓練と一体的に運用することで、家畜衛生及び生産性向上にも寄与する可能性が示された。一方で、衛生管理目標の達成状況や生産性への効果は農場により異なり、今後の普及には、段階的評価の枠組み、記録管理の負担軽減及びデジタルツールの活用が必要である。

2. と畜場搬入黒毛和種牛における食中毒菌保菌状況調査

と畜場搬入黒毛和種牛では、腸管出血性大腸菌及びカンピロバクターの保菌が確認され、牛肉の衛生管理においてこれらは重要な危害要因であることが示された。腸管出血性大腸菌では O157 以外の血清型も認められ、non-O157 STEC を含めた管理が必要である。カンピロバクターは農場単位でも広く確認され、特定農場のみを対象とした対策には限界があると考えられた。一方、黒毛和種牛糞便からサルモネラは分離されず、今回の調査では黒毛和種牛のサルモネラ保菌率は低いことが示された。

3. めん羊枝肉表面の衛生状況調査

めん羊枝肉表面の細菌汚染は部位により異なり、大腸菌及び腸内細菌科菌群が検出される部位では、糞便又は消化管内容物由来の汚染を想定した管理が必要である。めん羊処理においても、枝肉の汚染状況を施設ごとに把握し、汚染が認められやすい部位を重点的にゼロトレランス検証することが重要である。科学的なふき取り検査データに基づく衛生指導は、めん羊枝肉の衛生管理向上に有用である。

4. 市販鶏肉及び鶏レバーの衛生状況調査

市販鶏肉及び鶏レバーからカンピロバクター及びサルモネラが分離され、これらは依然として食品衛生上ハイリスクな食材であることが確認された。一般生菌数、腸内細菌科菌群数及び大腸菌群数は、鶏肉におけるカンピロバクター及びサルモネラ汚染の指標としては十分に活用できなかった。したがって、鶏肉及び鶏レバーの衛生管理では、処理工程における汚染低減に加え、対象病原体を直接検出する検査及び消費段階での十分な加熱、二次汚染防止の啓発が重

要である。

5. 市販牛肉及び豚肉の食中毒菌、衛生指標菌及び菌叢解析

調査対象とした市販牛肉及び豚肉からは、サルモネラ、カンピロバクター及び腸管出血性大腸菌は検出されなかった。一方、一般生菌数は比較的高く、特に 30℃及び 15℃培養で高値を示したことから、市販牛肉及び豚肉では低温増殖性細菌による汚染及び品質低下への対応が重要である。菌叢解析により、保存に伴う微生物叢の変化が明らかとなり、次世代シーケンサーを用いた菌叢解析は、食肉の衛生状態、保存中の微生物動態及び HACCP に基づく衛生管理の検証に有用であると考えられた。

6. 豚枝肉に付着した異物の微生物検査

豚枝肉に付着した糞便、残皮、黒色異物、消化管内容物、胆汁、ダスト、獣毛及び接触痕から一般生菌が検出され、異物付着部位は微生物汚染のリスクを有することが確認された。特に残皮では糞便と同程度の一般生菌数が認められ、糞便以外の異物であっても確実な除去が必要である。豚枝肉の衛生確保には、目視確認、トリミング、ゼロトレランス検証を適切に実施し、異物の種類に応じた汚染発生工程の見直しを行うことが重要である。

7. 豚枝肉への温湯処理効果の検討

85℃、16 秒間の温湯処理は、豚枝肉表面の微生物負荷を低減し、部分肉の低温保存中における異臭発生を遅延させた。温湯処理は、豚枝肉の初期汚染低減及び保存性向上に有効な手段であると考えられる。ただし、保存期間の延長に伴い菌数は増加し、*Pseudomonas* 属から *Serratia* 属等への菌叢変化が認められたことから、温湯処理は冷却、包装、温度管理等と組み合わせる必要がある。菌叢解析は、保存中の品質変化を評価する有用な手法である。

8. と畜場搬入肥育豚における *Helicobacter suis* 調査

肥育豚では *Helicobacter suis* の高率な保菌が確認され、豚は本菌の重要な保菌宿主であることが示された。一方、枝肉のふき取り検査及び切り取り検査では本菌は検出されず、胃破損率も低率であった。適切な内臓摘出操作及び衛生管理が実施されている施設では、枝肉を介した人への感染リスクは低く管理できる可能性が示された。今後も、胃破損防止及び内臓摘出工程の衛生管理を継続することが重要である。

9. フィリピンの豚と畜場及び食鳥処理場の衛生状況調査

フィリピンの豚と畜場及び食鳥処理場の視察により、海外におけると畜検査及び食肉衛生管理の実態を把握することができた。食鳥処理場では HACCP に基づく管理の枠組みが整備されていた一方、施設設備や衛生管理水準には差が認められた。アフリカ豚熱の発生に伴う豚肉輸出停止は、産業面だけでなく衛生管理水準の維持にも影響する可能性が示唆された。悪性家畜伝染病の侵入防止は、家畜衛生のみならず、国内流通食肉の衛生水準を維持する上でも重要である。

10. 牛、豚及び大規模食鳥処理場における危害要因分析表等の作成

牛と畜解体、豚と畜解体及び大規模食鳥処理場における危害要因分析表等を作成し、HACCP に基づく衛生管理計画、内部検証及び外部検証に活用可能な基礎資料を整備した。と畜場及び食鳥処理場では、加熱等の確実な殺菌工程がないため、各工程における危害要因を整理し、管理手段を明確にすることが重要である。作成した資料は、施設における衛生管理の標準化及び食肉衛生検査所等による科学的な外部検証の推進に資するものと考えられた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文

1) Akaike H, Nagai M, Okatani A. T., Morita Y. Food safety, livestock health, and productivity of a farm fattening Japanese black cattle following implementation of a certificated Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system. *Journal of Veterinary Medical Science*, 85(9), 985-989, 2023.

2) 李 榕真, 田内 春香, 安達 悠太, 永田 栞, 渡邊 哲史, 大石 和樹, 岡谷 友三アレシャンドレ, 下島 優香子, 森田 幸雄. 市販鶏肉のカンピロバクター・サルモネラ汚染と衛生指標菌数との関連性. *日本食品微生物学会雑誌*, 41(3), 103-112, 2024.

3) Akaike H, Nagai M, Okatani Alexandre Tomomitsu, Boonmar S, Morita Y. Food safety, swine health, and productivity of a farrow-to-finish swine farm following implementation of a certified HACCP

system in Japan. Thai Journal of Veterinary Medicine, 54(1), 91-95, 2024.

4) 赤池 洋, 長井 誠, 森田 幸雄. 乳用牛, 肉用牛, 養豚農場における農場 HACCP 導入後の家畜・畜産物の安全性と生産性. 日本獣医師会雑誌, 受理.

5) 森田 幸雄. と畜場・食鳥処理場から生産される食肉等の衛生状況の推移及び衛生管理計画に関する研究. 日本食品微生物学会雑誌, 43(1), 1-11, 2026.

2. 専門誌発表

1) 森田 幸雄. 日本のと畜場・食鳥処理場における衛生管理計画の現状と課題. 獣医公衆衛生研究, 28(2), 14-18, 2026.

2) 森田 幸雄. 野生動物を食卓へ ジビエの安全と制度の整備. vesta, 141, 50-53, 2026.

3. 学会発表

1) 森田 聡志, 山本 久美子, 山崎 昭子, 井上 伸子, 間渕 徹, 塩野 雅孝. 群馬県におけるめん羊枝肉表面のふきとり検査および保菌状況. 令和 6 年度日本獣医師会獣医学術関東・東京合同地区学会, 2024 年 9 月 1 日, G メッセ群馬.

2) 李 榕真, 小池 史晃, 小野寺 仁, 小林 光士, 岡谷 友三アレシヤンドレ, 森田 幸雄. 生産農家ごとの黒毛和種牛のカンピロバクター保有状況. 第 45 回日本食品微生物学会学術総会, 2024 年 9 月 5 日, リンクステーションホール青森.

3) 菊池 貴子, 新村 夏海, 又間 信仁, 中村 隆史, 奈須 正知, 花田 博, 三浦 和行, 川畑 英幸, 富田 昌俊, 岡谷 友三アレシヤンドレ, 森田 幸雄. 豚肉の長期冷蔵保存における細菌数と細菌叢の変化. 第 45 回日本食品微生物学会学術総会, 2024 年 9 月 5 日, リンクステーションホール青森.

4) 森田 幸雄. 食の安全の向上と SDGs. 令和 6 年度 (第 42 回) 日本獣医師会獣医学術学会年次大会特別企画シンポジウム, 2025 年 1 月 25 日, 仙台国際センター.

5) 藤巻 かな子, 庄司 和美, 久保田 英治, 塩野 雅孝. 豚解体処理で枝肉に付着した異物の微生物調査. 令和 7 年度獣医学術関東・東京地区学会, 2025 年 9 月 7 日, アピオタワー館.

6) 鈴木 このみ, 岡谷 友三アレシヤンドレ, 森田 幸雄. と畜場搬入黒毛和種牛から分離された腸管出血性大腸菌の血清型. 令和 7 年度獣

医学術関東・東京地区学会, 2025 年 9 月 7 日, アピオタワー館.

7) 森田 幸雄. と畜場・食鳥処理場から生産される食肉等の衛生状況の推移及び衛生管理計画に関する研究. 第 46 回日本食品微生物学会学術総会・日本食品微生物学会賞受賞記念講演, 2025 年 9 月 18 日, カルッツかわさき.

8) 菊池 貴子, 浦濱 菜穂, 森山 遥, 蛭名 愛美, 小野 慎也, 木戸 佑太郎, 浅水 寿男, 小澤 元希, 下村 謙悟, 中山 素一, 森田 幸雄. 食肉処理施設の衛生管理におけるアンブリコンシーケンス解析活用検討. 第 46 回日本食品微生物学会学術総会, 2025 年 9 月 18 日, カルッツかわさき.

9) 森山 遥, 関 絵理子, 加藤 千晶, 岡谷 友三アレシヤンドレ, 下島 優香子, 森田 幸雄. 市販牛肉・豚肉の細菌汚染状況. 第 46 回日本食品微生物学会学術総会, 2025 年 9 月 18 日, カルッツかわさき.

10) 森田 幸雄. ジビエの衛生管理. 第 121 回日本食品衛生学会学術講演会教育講演, 2025 年 10 月 17 日, タワーホール船堀.

11) 森田 幸雄. と畜場搬入以降における家畜・畜産物の安全性確保の試み. 日本家畜衛生学会家畜衛生フォーラム 2025「切り口の異なる多方面からの畜産環境テーマの展開—畜産環境の安全性を考える—」, 2025 年 12 月 12 日, Meiji Seika ファルマ株式会社本社講堂.

4. 市民向け説明会

1) 森田 幸雄. 食中毒を防ぐために大切なこと. 市民大学・麻布大学コース, 2024 年 11 月 12 日, 麻布大学獣医学部棟大会議室, 約 20 名, 相模原市教育委員会・座間市教育委員会・麻布大学.

2) 森田 幸雄. 「生食文化」規制を強めるべき?. TOKYO MX TV「激論サミット」, 2025 年 7 月 2 日, TOKYO MX TV に登壇し、肉の生食の危険性について発言.

3) 森田 幸雄. 正しく学ぶ野生鳥獣の肉 (ジビエ). 神奈川県令和 7 年度第 1 回食の安全・安心基礎講座, 2025 年 7 月 2 日, 神奈川県中井町保健福祉センター及び Web 配信, 約 30 名, 神奈川県生活衛生課.

4) 森田 幸雄. 食肉衛生について. 2025 年度桐蔭学園高等学校研究室シャドウイング, 2025 年 7 月 11 日, 麻布大学細菌実習室, 5 名, 桐蔭学園・麻布大学.

5) 森田 幸雄. お肉を安全に食べるために必要

なこと。国産食肉セミナー2025「正しく知ろう！お肉の価値～おいしさと健康を考える～」，2025年9月10日，御茶ノ水トライエッジカンファレンス及びWeb配信，約50名，公益財団法人日本食肉消費総合センター。

6) 森田 幸雄．カンピロバクター食中毒を防ぐために．農林水産省食品衛生リスクコミュニケーション「見えない敵と加熱／冷凍の科学～寄生虫・カンピロバクターから身を守る～」，2026年3月19日，コモレ四谷 四谷タワー及びWeb配信，約50名，農林水産省消費・安全局。

5. 業界関係者向け説明会

1) 森田 幸雄．食肉衛生概論．令和5年度中央畜産技術研修会（食肉流通），2023年7月13日，独立行政法人家畜改良センター中央畜産研修施設，約34名，農林水産省畜産局。

2) 森田 幸雄．食肉の衛生管理・品質管理について．令和5年度高知県学校給食共同調理場職員研修会，2023年7月24日，高知県立ふくし交流プラザ，約50名，高知県学校給食会・公益財団法人日本食肉消費総合センター。

3) 森田 幸雄．食肉の衛生管理・品質管理について．令和5年度国産食肉給食利用推進事業食肉セミナー，2023年8月18日，岐阜県学校給食会，約30名，岐阜県学校給食会・公益財団法人日本食肉消費総合センター。

4) 森田 幸雄．食鳥肉の衛生管理．第10回食鳥肉安全性確保研修会，2023年9月26日，ホテルメトロポリタン盛岡ニューウイング，約80名，一般社団法人岩手県獣医師会食鳥検査センター。

5) 森田 幸雄．食肉の安全・安心の確保について．公益社団法人全国食肉学校講義，2024年5月24日，公益社団法人全国食肉学校，約60名。

6) 森田 幸雄．食肉衛生学概論．中央畜産技術研修会，2024年7月4日，独立行政法人家畜改良センター中央畜産研修施設，約30名，農林水産省畜産局。

7) 森田 幸雄．食肉衛生に関する話題．一般社団法人日本 HACCP トレーニングセンター講演会，2024年10月4日，主婦会館プラザエフ及びWeb配信，約200名。

8) 森田 幸雄．食品由来感染症及びジビエの流通・加工の現状について．神奈川県医師会・神奈川県獣医師会講演会，2024年10月6日，神奈川県総合医療会館及びWeb配信，約80名。

9) 森田 幸雄．学校給食における衛生管理．板橋区教育委員会研修会，2024年10月11日，板

橋区立グリーンホール，約240名。

10) 森田 幸雄．食肉の安全・安心の確保について．公益社団法人全国食肉学校講義，2025年5月28日，公益社団法人全国食肉学校講義室，約80名。

11) 森田 幸雄．食肉の安全・安心の確保について．杉並区食品衛生指導員講習，2025年10月1日・2日，杉並公会堂，2日間合計約400名，杉並区保健所。

12) 森田 幸雄．ジビエの衛生研修．宮崎県令和7年度ジビエの普及拡大に向けた人材育成研修（解体処理），2025年10月27日，西米良村上米良公民館及び西米良村ジビエ処理加工施設，約30名，宮崎県農政水産部。

13) 森田 幸雄．捕獲個体の異常確認及び食品としての衛生管理．群馬県令和7年度ジビエハンター育成研修，2026年1月9日，群馬県地域防災センター，約80名，群馬県農政部。

14) 森田 幸雄．食肉衛生システムによる食肉センターの衛生管理．令和7年度中央畜産技術研修会【食肉流通】，2026年2月4日，独立行政法人家畜改良センター，約40名，農林水産省畜産局。

15) 森田 幸雄．食肉衛生学概論．令和7年度中央畜産技術研修会【食肉流通】，2026年2月5日，独立行政法人家畜改良センター，約40名，農林水産省畜産局。

6. その他

1) 森田 幸雄．農場 HACCP 導入農場の家畜の安全性及び生産性の動向—酪農場・肉牛肥育農場の事例—．台湾動物科技研究所講演会，2023年8月7日，台湾動物科技研究所，10名。

2) 森田 幸雄．Historical Background of Eating Meat Culture and Meat Hygiene in Japan. Meat Inspection Officer Congress 2023，2023年8月30日，Forest Crest Nature Hotel & Resort，約150名，Philippines National Meat Inspection Service, Department of Agriculture。

3) 森田 幸雄．我が国の食肉衛生の変遷．全国食肉衛生検査所協議会微生物部会，2023年9月13日，静岡県男女共同参画センター「あざれあ」，約80名。

4) 森田 幸雄．と畜場・食鳥処理場等の HACCP とゼロトランス．全国食肉衛生検査所協議会北海道・東北ブロック大会，2023年10月24日，ホテルメトロポリタン盛岡，約50名。

5) 森田 幸雄．と畜場及び食鳥処理場の衛生管

理．食肉及び食鳥肉衛生技術研修，2024 年 1 月 23 日，東京証券会館，約 100 名，厚生労働省．

6) 森田 幸雄．と畜場の衛生管理．食肉検査技術研修会，2024 年 1 月 26 日，富山県食肉検査所会議室，約 30 名，富山県食肉検査所．

7) 森田 幸雄．食肉・ジビエの衛生管理と HACCP の Audit．令和 5 年度岐阜県食品衛生監視員等研修会，2024 年 2 月 9 日，OKB ふれあい会館，岐阜市，約 40 名．

8) 森田 幸雄．食鳥処理場における微生物コントロール．令和 5 年食鳥検査関係技術講習会，2024 年 2 月 20 日，東京都健康安全研究センター，40 名．

9) 森田 幸雄．妥当性確認と検証について．令和 7 年度短期研修「食肉衛生検査所職員研修」，2025 年 6 月 27 日，国立保健医療科学院，42 名．

10) 森田 幸雄．と畜場及び食鳥処理場における衛生管理計画と外部検証について．行政関係者等を対象とした講義，2025 年 9 月 26 日，新潟市万代市民会館，約 100 名．

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

令和 5-7 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）

分担研究総括報告書

と畜・食鳥処理場における HACCP の検証及び 食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に資するための研究

食鳥内臓肉における病原微生物の汚染実態把握と汚染低減に向けた研究

分担研究者 中馬 猛久 鹿児島大学共同獣医学部

研究要旨：本分担研究では、加熱不十分な鶏レバーの喫食に伴う食中毒リスクの低減に資するため、令和 5 年度から令和 7 年度までの 3 年間に、市販鶏レバーにおけるカンピロバクター、サルモネラ及びその他の細菌の汚染実態を調査し、表面・内部における分布と汚染菌数を明らかにするとともに、表面焼烙及び次亜塩素酸ナトリウム水処理によるカンピロバクター低減効果を検討した。令和 5 年度の鶏レバー 38 検体では 22 検体からカンピロバクターが検出され、内部からも 10 検体で *C. jejuni* が検出された。サルモネラは 22 検体中 16 検体（72.7%）から分離され、内部からは *Aeromonas* 属菌等の好気性細菌も確認された。令和 6 年度の 62 検体では、MPN 法で 40 検体からカンピロバクターが検出され、レバー割面でも 19 検体（30.6%）から分離された。サルモネラは 46 検体中 32 検体（69.6%）から検出されたが、定量値は 3～9 MPN/10g と低値であった。表面焼烙はカンピロバクター菌数を有意に低減したが、陽性率を低下させなかった。令和 7 年度は鶏レバーを計 34 検体購入し、評価可能な 33 検体中 18 検体（54.5%）がカンピロバクター陽性であった。10～200 ppm の次亜塩素酸ナトリウム水に 5 分又は 30 分浸漬しても明確な菌数低減効果は認められず、汚染程度は個体差よりもロット、すなわち鶏群に依存する傾向が示された。以上から、鶏レバーの安全性確保には表面処理のみでは不十分であり、処理工程での交差汚染防止、適切な低温管理及び中心部までの十分な加熱を組み合わせることが重要であると結論した。

A. 研究目的

国内の食鳥処理場では令和 3 年から HACCP に基づく衛生管理が本格施行されているが、加熱不十分な鶏レバーの喫食によるカンピロバクター食中毒は引き続き問題となっている。鶏レバーは食鳥肉に比べて病原微生物の汚染実態、特に内部汚染や汚染菌数に関する情報が限られており、表面処理のみで安全性を確保できるかについても十分な科学的根拠がなかった。

本研究では、3 年間を通じて、市販鶏レバーにおけるカンピロバクター及びサルモネラの汚染率と菌数、レバー内部又は割面の細菌汚染、その他の食中毒関連細菌の分布を把握するとともに、表面焼烙及び次亜塩素酸ナトリウム水処理によるカンピロバクター低減効果を評価し、食鳥内臓肉でモニタリングすべき微生物及び実効性のあるリスク低減策を明らかにすることを目的とした。

3 年間の研究は、令和 5 年度に汚染実態と内部汚染の把握、令和 6 年度に検体数を拡大した定量評価と表面焼烙の検証、令和 7 年度に次亜塩素酸ナトリウム水処理の有効性評価へと段階的

に展開した。

B. 研究方法

1. 令和 5 年度：鶏レバーの表面・内部汚染

鹿児島市内の小売店から加熱用として販売されていた鶏レバー 38 検体を購入し、カンピロバクターについて MPN 法を用いて定量するとともに、分離株を PCR 法で *C. jejuni* 又は *C. coli* と同定した。レバー表面を消毒後に切断し、割面又は内部を培地にスタンプして内部汚染を調査した。サルモネラについては 22 検体を対象に増菌・選択分離を行った。また、内部から分離された好気性細菌について菌種同定を行った。

2. 令和 6 年度：定量評価、割面スタンプ及び表面焼烙

鹿児島県内の小売店 4 店舗から鶏レバー 62 検体を購入した。カンピロバクターは 3 段階 3 本法による MPN 法で定量し、併せて mCCDA Clear 寒天培地を用いた平板希釈法により高菌数検体を評価した。サルモネラは 46 検体について定性試験を行い、このうち 24 検体では MPN 法による定量試験を行った。レバー割面のスタンプ法

によりカンピロバクター及びその他の細菌を分離し、PCR、MALDI-TOF MS 及び 16S rRNA 遺伝子配列解析等により同定した。

表面焼烙試験では生レバー24 検体について、加熱した金属ヘラを用い、表面から約 1 mm にタンパク変性が認められる状態まで焼烙した。表面から中心部を含む 25 g を採取し、処理前後のカンピロバクター菌数を MPN 法で比較した。

3. 令和 7 年度：次亜塩素酸ナトリウム水処理

2025 年に鹿児島市内の小売店から鶏レバーを 5 回にわたり 4、8、8、8、6 検体、計 34 検体購入した。各レバーから 25 g を採取して MPN 法によりカンピロバクター数を評価し、同一レバーからさらに 25 g を採取して 10、50、100 又は 200 ppm の次亜塩素酸ナトリウム水に 5 分間浸漬した。最終実験では浸漬時間を 30 分間に延長し、処理前後の菌数を比較した。実験中の事故により 1 検体が評価不能となったため、汚染状況の評価対象は 33 検体とした。

C. 研究結果

1. 令和 5 年度：表面・内部汚染の実態

鶏レバー38 検体中 22 検体からカンピロバクターが検出され、分離株はいずれも *C. jejuni* であった。レバー内部からも 38 検体中 10 検体で *C. jejuni* が検出され、表面汚染だけでなく内部汚染が存在することが確認された。サルモネラは 22 検体中 16 検体 (72.7%) から分離された。さらに、レバー内部から *Aeromonas* 属菌をはじめとする複数の好気性細菌が分離され、鶏レバーの微生物学的危害はカンピロバクターとサルモネラだけに限定されないことが示された。

2. 令和 6 年度：汚染菌数、割面汚染及び焼烙効果

MPN 法では 62 検体中 40 検体からカンピロバクターが検出され、35 検体から *C. jejuni*、5 検体から *C. coli* が分離された。陽性検体のうち 13 検体は 1,400 MPN/10g 以上、27 検体は 3~1,400 MPN/10g であった。平板希釈法では 62 検体中 16 検体が陽性となり、最大菌数は 1.3×10^3 CFU/g であった。

サルモネラは 46 検体中 32 検体 (69.6%) から検出され、28 検体が *Salmonella Schwarzengrund*、4 検体が *Salmonella Manhattan* であった。24 検体の MPN 法では 6 検体が陽性で、菌数はいずれも 3~9 MPN/10g と低値であった。

レバー割面のスタンプ法では 62 検体中 19 検体

(30.6%) からカンピロバクターが分離され、15 検体が *C. jejuni*、4 検体が *C. coli* であった。血液寒天培地から分離された 89 株のうち *Aeromonas* 属菌が 25 株と最も多く、*A. hydrophila* を含む複数菌種が確認された。

表面焼烙試験では、生レバーでカンピロバクター陽性であった 18 検体中 13 検体で焼烙後に菌数が低下し、処理後の菌数は処理前より有意に低かった。しかし、焼烙後に陰性化した検体はなく、陽性率の低下は認められなかった。

3. 令和 7 年度：次亜塩素酸ナトリウム水処理

MPN 法による生レバーの評価では、33 検体中 18 検体 (54.5%) がカンピロバクター陽性であった。5 回の実験における陽性率は、それぞれ 4/4、8/8、0/8、2/8 及び 4/5 であり、実験回、すなわちロットごとに汚染状況が大きく異なった。

10、50、100 及び 200 ppm の次亜塩素酸ナトリウム水に 5 分間浸漬した試験では、濃度依存的な菌数低減効果は認められなかった。評価可能な陽性検体では、低減した検体だけでなく、処理後に同等又は高い値を示す検体も認められた。浸漬時間を 30 分に延長しても菌数低減は認められなかった。

4. 3 年間の研究展開

令和 5 年度に鶏レバーの表面と内部にカンピロバクターが存在することを示し、令和 6 年度には検体数を拡大して汚染頻度と菌数を定量するとともに、表面焼烙で菌数は低減しても陰性化しないことを明らかにした。令和 7 年度には次亜塩素酸ナトリウム水処理を検証したが明確な低減効果は得られなかった。これらの結果は、鶏レバーの安全性を表面処理だけに依存することには限界があることを一貫して示した。

D. 考察

3 年間の調査により、市販鶏レバーはカンピロバクター及びサルモネラに高頻度に汚染される食品であり、特にカンピロバクターはレバー表面だけでなく内部又は割面からも検出されることが明らかとなった。したがって、処理工程における表面の交差汚染のみを想定した衛生管理では、鶏レバーのリスクを十分に説明できない。

サルモネラは高い陽性率を示した一方、定量値は低い水準であった。レバー割面からサルモネラが分離されなかったことから、今回の調査では表面汚染が主体であった可能性があるが、不適切な温度条件下では増殖し得るため、食鳥

処理後から販売・家庭での調理まで一貫した低温管理が重要である。

レバー内部からはカンピロバクター以外にも *Aeromonas* 属菌が高頻度に分離され、*A. hydrophila* を含む食中毒関連菌が確認された。食鳥内臓肉のリスク評価では、既知の主要病原菌に加えて、内部に存在し得るその他の細菌にも注意する必要がある。

表面焼烙はカンピロバクター菌数を減少させる効果を示したものの陽性率を低下させず、次亜塩素酸ナトリウム水への浸漬でも 10~200 ppm、5~30 分の条件で明確な低減効果は認められなかった。鶏レバーでは内部汚染が存在することに加え、有機物や組織構造が表面処理の効果を制限すると考えられ、これらを最終的な安全確保手段と位置付けることはできない。

また、令和 7 年度の 5 回の実験では、同一実験内の個体差よりも実験回ごとの陽性率や菌数レベルの違いが目立った。このことは、市販鶏レバーのカンピロバクター汚染程度がロット、すなわち由来鶏群の保菌状況に影響される可能性を示している。今後は農場・鶏群単位の汚染状況と処理後製品の汚染を関連付けて評価することが重要である。

以上より、鶏レバーのリスク低減には、農場・ロット段階の汚染状況把握、食鳥処理工程における交差汚染防止、流通・保管時の温度管理、そして消費段階における中心部までの十分な加熱を組み合わせる必要がある。

E. 結論

1) 市販鶏レバーでは、カンピロバクター及びサルモネラが高頻度に検出され、カンピロバクターは内部又は断面からも検出された。

2) レバー内部から *Aeromonas* 属菌を含む複数の細菌が分離され、鶏レバーの微生物学的リスク評価では主要病原菌以外の細菌も考慮する必要がある。

3) 表面焼烙はカンピロバクター菌数を低減したが陽性率を低下させず、10~200 ppm の次亜塩素酸ナトリウム水に 5 又は 30 分間浸漬しても明確な低減効果は認められなかった。

4) カンピロバクター汚染の程度は個々のレバーよりもロット、すなわち鶏群に依存する傾向が示された。鶏レバーの安全性確保には、表面処理のみに依存せず、処理工程での交差汚染防止、適切な低温管理及び中心部までの十分な加

熱を徹底することが重要である。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表（主要なもの）

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

1) 平元 沙輝, サンガ ジョージ, 宮島 里佳, 森田 幸雄, 中馬 猛久. 鶏レバーおよびその内部におけるカンピロバクターとその他食中毒菌の調査. 第 167 回日本獣医学会学術集会, 2024 年 9 月 10 日, 帯広畜産大学.

2) Saki Hiramoto, George Sanga, Rika Miyajima, Yukio Morita, Takehisa Chuma. Investigation of *Campylobacter jejuni* and other foodborne bacteria in raw chicken livers and their insides. The 22nd International Workshop on *Campylobacter*, *Helicobacter* & Related Organisms, 2024 年 10 月 7~9 日, Perth Convention and Exhibition Centre, Perth, Australia.

3) 平元 沙輝, George Sanga, 宮島 里佳, 森田 幸雄, 中馬 猛久. 加熱不十分な鶏レバーにおけるカンピロバクターとその他食中毒菌のリスク評価. 第 17 回日本カンピロバクター研究会総会, 2024 年 11 月 19 日, 文部科学省研究交流センター, つくば市.

4) 山崎 朗子, 佐々木 賢美, George Sanga, 矢野 弥生, 中馬 猛久, 山崎 栄樹. 南九州に流通する生食用鶏肉における *Campylobacter* 属菌の汚染状況. 第 18 回日本カンピロバクター研究会総会, 2025 年 12 月 19 日, とかちプラザ, 帯広市.

令和 5-7 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）
総括分担研究報告書

と畜・食鳥処理場における HACCP の検証及び
食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に資するための研究

鶏肉の細菌汚染実態及び食鳥処理場における衛生管理に関する研究

研究分担者	岡田由美子	国立医薬品食品衛生研究所
研究協力者	西田智子	国立医薬品食品衛生研究所
	都丸亜希子	国立医薬品食品衛生研究所
	池内隼佑	国立医薬品食品衛生研究所
	陳内理生	国立医薬品食品衛生研究所
	石井智子	群馬県食肉衛生検査所
	小野田伊佐子	静岡県食肉衛生検査所
	小黑基輝	静岡県食肉衛生検査所
	田端大也	静岡県食肉衛生検査所
	廣木勇太	静岡県食肉衛生検査所
	高橋慎之介	横浜市食肉衛生検査所
	下島優香子	東洋大学
	吉富真理	国立保健医療科学院
	全国食肉衛生検査所協議会	

研究要旨

平成 30 年の食品衛生法一部改正による HACCP 制度化を受けて、令和 2 年 5 月に厚生労働省より「と畜検査員及び食鳥検査員による外部検証の実施について」（生食発 0528 第 1 号、生活衛生・食品安全審議官通知）が発出され、大規模食鳥処理場における「HACCP に基づく衛生管理」の状況が検証されることとなった。それ以降、外部検証によるカンピロバクター、腸内細菌科菌群数及び生菌数の定量的解析が食鳥処理工程の最終冷却後に首皮検体等を用いて行われ、それらのデータは各処理場における衛生管理の基準値の根拠として用いられると共に、全国におけるデータの蓄積が行われている。令和 5 年度分担研究では、令和 2 年に外部検証開始された後の鶏肉製品（食鳥処理場での購入品、収去品及び市販品）の食中毒菌汚染状況について、文献調査を実施した。また、諸外国での文献から国内の食鳥処理場での衛生向上に役立てうる新知見を含む論文を抽出した。その結果、2020 年以降の報告における鶏肉製品中のサルモネラ及びカンピロバクターの汚染率は、それぞれ 16.1%～58.1%及び 28.6%～

92.2%であることが示された。令和 6 年度分担研究では、全国食肉衛生検査所協議会の協力を得て、全国の大規模食鳥処理場を所管する食肉衛生検査所にアンケート調査を行い、衛生管理実態についての把握を行った。その結果、HACCP 導入後の大規模食鳥処理場におけるチラー水の温度及び塩素濃度管理基準、微生物汚染が発生しやすいと考えられる工程、外部検証における基準値の設定方法などの衛生管理実態が明らかとなった。

令和 7 年度分担研究では、年間処理羽数が 30 万羽未満の認定小規模食鳥処理場における衛生管理実態等に関する情報を収集する目的で、令和 6 年度と同様にアンケート調査を行った。その結果、生鳥の状態で入荷する施設の多くで HACCP の考え方に基づく衛生管理を実施しており、多くの施設で CCP を設定していた。CCP の設定項目には、冷却工程（チラー水の温度及び塩素濃度管理基準）、保管温度（冷蔵庫及び冷凍庫の温度管理）、金属探知機等が挙げられた。更に、一般に流通している鶏肉のリストeria汚染実態調査を行ったところ、市販鶏肉はリストeria・モノサイトゲネスを含むリストeria属菌に高率に汚染されており、遺伝子解析の結果、汚染経路は農場・食鳥処理場・食肉処理場のいずれかの場合と、販売店の場合の両方が考えられることが示された。一方で、汚染菌量は概ね低いレベルで抑えられていた。リストeria属菌の汚染が市販鶏肉に広く分布していることから、本菌を鶏肉の衛生指標として活用しうることが考えられた。3 年間の研究を通じて、国内の大規模食鳥処理場は HACCP に基づく衛生管理、生鳥の状態で入荷する認定小規模食鳥処理場の多くは HACCP の考え方に基づく衛生管理を実施しており、いずれも多くの施設で CCP を設定していること、CCP には冷却工程と異物検査が多く設定されていることが明らかとなった。一方で、市販鶏肉の食中毒菌汚染は比較的高率に見られており、これらの低減には更なる対策の検討が望まれた。

A. 研究目的

近年、日本国内の細菌性食中毒の事件数はカンピロバクターによるものが 1 位となっており、その原因食品は加熱不十分な鶏肉の事例が多い。国内で製造される鶏肉の安全性確保を目的として、また、平成 30 年の食品衛生法一部改正による HACCP 制度化を受けて、平成 2 年に厚生労働省より通知が発出され、大規模食鳥処理場における「HACCP に基づく衛生管理」の状況が検証されることとなった。食鳥処理工程の最終冷却後に首皮検体等を用いた外部検証試験が行われ、カンピロバクター、腸内細菌科菌群数及び生菌数の定量

的解析データが各処理場における衛生管理の基準値の根拠として用いられている。また、サルモネラ等の食中毒もしばしば鶏肉に由来していることから、平成 2 年より年間処理羽数 30 万羽以上の大規模食鳥処理場における「HACCP に基づく衛生管理」の状況について、食肉衛生検査所による外部検証が実施されている。外部検証における微生物試験では、食鳥処理工程である最終冷却後の首皮等を検体に用い、生菌数、腸内細菌科菌群数及びカンピロバクター菌数等を定量的に試験し、年間平均値と標準偏差から算出した値を各処理場における衛生管理の基準値の根拠と

している。また、それらのデータは厚生労働省に集積され、厚生労働行政に資する研究等に活用されている。

本分担研究では、HACCP 導入及び外部検証開始後の食鳥処理場における衛生管理実態の把握を目的として、2020 年前後の日本国内における食鳥処理済み及び市販鶏肉の食中毒汚染実態に関する文献調査、年間処理羽数 30 万羽以上の大規模食鳥処理場及び年間処理羽数が 30 万羽未満の認定小規模食鳥処理場を所管する食肉衛生検査所に対しアンケート調査を実施した。更に、過去の研究で鶏肉における汚染率が高いことが知られている食中毒菌であるリステリア・モノサイトゲネスとその他のリステリア属菌について、市販の国産鶏肉における汚染実態調査を行った。

B. 研究方法

1) 日本国内における食鳥処理済み及び市販鶏肉の食中毒汚染実態に関する文献調査

文献調査には、国内医学文献データベースである医中誌及び米国 National Center for Biotechnology Information (NCBI) の生物医学文献データベース Pubmed 及び Elsevier 社のウェブサイトである ScienceDirect を用いた。日本国内で HACCP が完全制度化された 2020 年（令和 2 年）前後である 2019 年～2024 年に報告された、日本国内の食鳥処理済み及び市販の鶏肉における食中毒菌の汚染実態に関連する文献を検索した（最終確認日：2024 年 3 月 26 日）。キーワードには「食品」「細菌」「鶏肉」「*Campylobacter*」「*Salmonella*」「Chicken slaughterhouse」等を用いた。

2) 諸外国における食鳥処理施設での食中毒菌による汚染の低減方法に関する文献調査

医中誌、Pubmed 及び ScienceDirect を用い、2022 年～2024 年における食鳥処理施設での食中毒菌による汚染の低減方法に関する論文を検索した。野菜類の細菌汚染実態調査に関する文献を検索した（最終確認日：2024 年 3 月 26 日）。キーワードには「食品」「食中毒菌」「鶏肉」「食鳥処理」「*Campylobacter*」「*Salmonella*」「Chicken slaughterhouse」「sanitize」等を用いた。

3) 大規模食鳥処理場を所管する食肉衛生検査所に向けたアンケートの作成

大規模食鳥処理場を所管する全国の食肉衛生検査所を対象とした衛生管理実態についてのアンケート調査を実施するため、アンケート案の作成を行った。対象項目については研究協力者 4 名及び各所属機関の方々の協力を得て選定し、処理方法、使用機器、機器の洗浄・消毒方法、チラー水の管理方法、CCP、環境ふき取り試験及び外部検証等に関する 9 つの大項目とした。

4) 大規模食鳥処理場を所管する食肉衛生検査所に向けたアンケート調査の実施

全国食肉衛生検査所協議会理化学部会の協力を得て、当該協議会に所属する全国 110 機関の食肉衛生検査所に向けてアンケートを配布した。回答期限は約 3 週間とした。回答は直接メールで国立医薬品食品衛生研究所食品衛生管理部に送付することとした。一つの検査所で複数の食鳥処理場を所管している場合は、各処理場について個別の回答を依頼した。

5) 認定小規模食鳥処理場を所管する食肉衛生検査所に向けたアンケートの作成

認定小規模食鳥処理場を所管する全国の食肉衛生検査所を対象とした衛生管理実態についてのアンケート調査を実施するため、

アンケート案の作成を行った。対象項目については研究協力者2名及び各所属機関の方々の協力を得て選定し、入荷状態（生鳥、丸と体等）、鳥種、処理羽数、機械化の有無、HACCP導入及びCCPについて質問を設定した。

6) 認定小規模食鳥処理場を所管する食肉衛生検査所に向けたアンケート調査の実施

全国食肉衛生検査所協議会理化学部会の協力を得て、当該協議会に所属する全国110機関の食肉衛生検査所に向けてアンケートを配布した。回答期限は約3週間とした。回答は直接メールで国立医薬品食品衛生研究所食品衛生管理部に送付することとした。

7) 市販の国産鶏肉におけるリステリア汚染実態調査

リステリア汚染実態調査には、令和7年5月から12月にかけて、神奈川県内及び東京都内の精肉店、スーパーマーケット及びデパート計13店舗で購入した国内産の皮つき鶏むね肉を用いた。5～6月を春季、7～8月を夏季、9～10月を秋季、12月を冬季として、同一店で同じ製品を各季に購入した（一部の製品については、後日取り扱いが終了していたため、別製品で対応した）。鶏肉は地鶏、銘柄鶏及びブロイラーを用いた。試験法はNIHSJ-08（定性法）及び09（定量法）に基づいて実施した。

各検体から得られたリステリア・モノサイトゲネス菌株の内各1株からMaxwell Blood Kit（Qiagen）を用いて総DNAを抽出し、TruSeq DNA PCR-free Library kit（Illumina）を用いてPaired-endでライブラリ調製後、Nova Seq X Plus（Illumina）を用いて全ゲノム塩基配列解析を実施した。得られた配列はCLC Genomics（Qiagen）を用いてトリミングとアセンブリを行った後、パスツール研究所ホームページ

に記載された方法でMulti Locus Sequence Typing (MLST)とcore genome MLST (cgMLST)を実施した。更に、Snippy ver.4.6.0を用いて一塩基多型解析 (SNPs)を行い、菌株の近縁度を解析した。

C. 研究結果

1) 日本国内における食鳥処理済み及び市販鶏肉の食中毒汚染実態に関する文献調査

調査結果概要を令和5年度報告書表1に示した。2019年以降に報告された、食鳥処理場での処理済み鶏肉（収去品または購入検体）及び市販の鶏肉における食中毒菌の汚染実態調査報告は、サルモネラ15件、カンピロバクター11件、リステリア・モノサイトゲネス1件、*Escherichia albertii*3件、ウエルシュ菌2件及びエルシニア1件が見いだされた。対象検体を生の鶏肉と明記している文献におけるサルモネラの汚染率は、2019年までの調査年の報告（5件）で7.5%～100%であり、2020年以降の調査年の報告（9件）では16.1%～58.1%となっていた。同様にカンピロバクターについては、2019年までの調査年の報告（4件）で24.5%～75.9%であり、2020年以降の調査年の報告（6件）では28.6%～92.2%となっていた。リステリア・モノサイトゲネスは当該時期における報告は1件のみで、2018年から2019年の調査で40%の陽性率を示していた。*E. albertii*は鶏肉の調査では汚染が見られず、内臓のみ9.1%の汚染率を示していた。ウエルシュ菌は9.5%及び12.9%の汚染率であったが、エルシニアは鶏肉及び内臓から分離されなかった。

2) 諸外国における食鳥処理施設での食中毒菌による汚染の低減方法に関する文献調査

ScienceDirectでの検索において、「chicken,

slaughterhouse, campylobacter, sanitize」のキーワードで抽出された論文は 2022 年に 9 報、2023 年に 16 報、2024 年に 8 報であった。

「chicken, slaughterhouse, campylobacter, sanitize」のキーワードでは 2022 年に 12 報、2023 年に 29 報、2024 年に 10 報であった。Pubmed では、当該期間内に 29 報が抽出された。それらから重複を除外し、内容を精査して日本国内での食鳥処理における食中毒菌数管理の参考になりうる論文として、令和 5 年度報告書表 2 に示した 5 報が挙げられた。諸外国において食鳥処理場で用いられている消毒薬に関する文献では、過酢酸製剤の有効性が紹介されたものがあり、塩素剤よりもサルモネラに対する低減効果が高いとする論文も見られた（表 2、Leone ら）。一方で、過酢酸製剤に配合されている成分のうち、食肉に残存しうるものとして 1-ヒドロキシエチリデン 1,1-ジホスホン酸(HEDP)が挙げられており、過酢酸製剤濃度、暴露時間等を HACCP プランで管理し、残留物のモニタリングを行うなどの対策を取ることが推奨されていた。

3) 大規模食鳥処理場を所管する食肉衛生検査所に向けたアンケートの作成

作成したアンケートを令和 6 年度報告書別添に示した。

4) 大規模食鳥処理場を所管する食肉衛生検査所に向けたアンケート調査

回答期限までに、全国食肉衛生検査所協議会に属する 110 機関中 67 機関から回答が得られた。その内 23 機関は大規模食鳥処理場を所管しておらず、所管している 44 機関からの回答を集計した（令和 6 年度報告書表 1）。1 機関が複数の食鳥処理場を所管している場

合もあり、合計 93 処理場の回答が得られた。鶏の種類に関わらず施設ごとに処理方式を集約すると、中抜き方式は 71 施設（55.0%）、外はぎ方式は 17 施設（13.2%）、両方或いはその他が 5 施設であった。

1 処理場で複数の種類の鶏の処理を行っている場合があり、93 処理場からの合計回答数は 129 となった。その内、中抜き方式の回答数は 101、外はぎ方式は 24、食鳥と体の状態で搬入される場合が 2、処理方式が不明の回答は 2 であった。処理方式別の鶏の種類ごとの回答数は、ブロイラーを扱う施設が 61、成鶏 25 施設、地鶏 15 施設、銘柄鶏 28 施設であった（複数回答あり）。鶏の種類ごとに外はぎ方式を行っている施設数を集計すると、ブロイラーは 5/61 施設（8.2%）、成鶏は 10/25 施設（40.0%）、地鶏は 2/15 施設（13.3%）、銘柄鶏は 7/28 施設（25.0%）であった。なお、鶏以外の鳥種についての 1 回答は集計から除外した。

4) -1. 腸切れ個体数の把握状況

腸切れ個体数を把握しているとの回答は、129 回答中 32（24.8%）であり、鶏種ごとの内訳はブロイラーで 20/61（32.8%）、成鶏で 2/25（8.0%）、地鶏で 2/15（13.3%）、銘柄鶏で 8/28（28.6%）であった（令和 6 年度報告書図 1）。把握せずとの回答は 86/129 回答（66.7%）、回答の記載なしは 11/129 回答（8.5%）であった。腸切れ個体数を把握しているとの合計 32 回答のうち、外はぎ方式での処理を行っているのはブロイラー 2 件、成鶏 1 件及び銘柄鶏 1 件であった。腸切れ個体数を把握している施設での観察羽数は、10 羽あたりから 250 羽あたりとなっており、最も多いのは 50 羽あたりであった（令和 6 年度報告書図 2）。腸切れ個体数の発生頻度は、最

も低い施設で「発生なし（ほぼなしを含む）」、最も高い施設で「50 羽中 13 羽」であった。

4) -2. 使用機器

使用機器については、93 施設中 75 施設から回答が得られた。湯漬け機については、設定温度を 60℃としている施設が最も多く（15 施設）、次に 63℃（10 施設）であった。脱羽工程で残羽焼却処理を行っているとは回答した施設は、15 箇所あった。フローダイアグラムは 11 施設（中抜き方式 10 箇所、外はぎ方式 2 箇所、複数回答あり）から提供された。これらのうち、懸鳥前に麻酔工程がある施設は 2 施設、と鳥後にスタンニング工程がある施設は 4 施設あった。脱羽後に残毛焼却工程がある施設は中抜き方式で 2 施設、外はぎ方式で 1 施設であった。中抜き方式を用いている各施設での製造工程は、多くの部分が共通していたが、内臓摘出後に 72℃で塩素濃度 200 ppm の蒸気殺菌の工程がある施設が 1 箇所見られた。中抜き方式の施設ではいずれも、内臓摘出後にと体洗浄を行ってからチラーでの冷却が行われていたが、外はぎ方式の施設はいずれも、チラーでの冷却工程後に内臓摘出が行われていた。

4) -3. 機器の洗浄・消毒

機器・施設の洗浄・消毒については、93 施設中 69 施設から回答が得られた（令和 6 年度報告書表 2）。その内 39 施設で高圧洗浄を行っていた。また、発泡洗浄剤を使用している施設は 22 箇所、塩素系消毒薬を用いている施設は 19 箇所であった（複数回答あり）。洗浄のタイミングは、回答を明記した全施設で終業後としていた。作業終了後に発泡洗浄を行い、翌日始業前に流水洗浄をおこなっていると回答した施設は 2 施設、シャックル洗浄機やベントカッター、自動中抜き機等が使

用中常時次亜塩素酸ナトリウム溶液の噴射により消毒されていると回答した施設が 1 施設、ベントカッターを使用前に次亜塩素酸ナトリウム水溶液 100ppm で消毒すると回答した施設が 1 施設あった。まな板、包丁、手作業での内臓摘出用器具については作業中 1 時間ごとや常時洗浄していると回答した施設が 2 施設あった。チラーについては、塩素系消毒薬による消毒や温水による洗浄を週に 1 度や 2 日に 1 度の頻度で実施している施設も見られた。

4) -4. チラー水の管理

冷却槽について、予冷チラーを設置していると回答した施設は 93 施設中 50 施設（53.8%）あった。チラー水の交換頻度は、多くの施設で 1 日 1 回終業後であったが、2 日に 1 回とする施設も一部見られた。就業中はオーバーフローによる常時換水を行っていると回答した施設も 23 箇所見られた。チラー水の管理温度は、予冷チラーと本チラーの両方を備える施設で異なる温度を設定している場合が多く、予冷チラーは 10℃、本チラーは 4 又は 5℃を管理温度の上限としている施設数が最も多かった（令和 6 年度報告書図 3）。測定頻度は始業時から 2 時間ごとの施設が最も多く、次に 1 時間ごとと一日 3 回測定する施設が多く見られた（令和 6 年度報告書図 4）。機械による自動測定で常時測定しているとの回答は 9 施設見られた。温度逸脱時の是正方法は、記載している全ての施設で氷の投入であった。チラー水温度逸脱時の製品の取り扱いについて記載した施設は 21 箇所あり、チラーへの再通や氷による冷却、冷蔵庫での保管が主な対応であった。その際に冷却の目標値や取扱いの基準としてと体芯温を記載した施設は 3 箇所あり、10℃とした施設が 2 箇所

所、18℃とした施設が1箇所であった。同様に表面温度を記載した施設は2箇所あり、それぞれ10℃としていた。

チラー水の塩素濃度については、予冷チラーで管理濃度を設定している施設は93施設中7施設、本チラーでは66施設あった。下限値のみを設定している施設は予冷チラーでは2施設、本チラーでは21施設見られた。44施設では上限値と下限値を設定しており、1施設は上限値のみ設定していた。塩素濃度は、下限値を50ppmとしている施設が最も多く(24施設)、次に30ppm(15施設)であった。上限値は100ppmとしている施設が15箇所、100ppmより上から200ppmまでとしている施設が21施設あり、300ppm以上としている施設も2施設あった(令和6年度報告書図5)。チラー水への塩素補充は、自動点滴(常時)や、一定濃度添加した水を供給している施設が46箇所あった。濃度測定時の結果により補充している施設は7箇所あり、2時間ごとなど定期的に補充している施設は9施設あった。始業時の1回とする施設は4施設みられた。塩素濃度の測定頻度は、1日6回(始業時、2時間おき及び終業時)が最も多く、次いで1日4回であった。濃度の測定を行っていない、と回答した施設は2施設であった。(令和6年度報告書図6)。

塩素濃度逸脱時の対応としては、基準値を下回る場合はいずれも塩素の追加注入を行っており、逸脱時のロットについては100ppm以上の塩素濃度下で10~30分以上の再処理を行う施設や、50~200ppmで30分以上の再処理を行う施設が見られた。基準値を上回る場合の対応を定めた施設は3施設あり、塩素の注入を止めてオーバーフロー等水の補給を行い、基準値内になったことを確認す

ることとしていた。また、上限逸脱時のロットについて50~200ppmの塩素濃度下で30分以上の再処理を行うとする施設があった。

4) -5. CCP

HACCPにおける重点管理項目(CCP)として設定している項目については、93施設中74施設から回答が得られた。CCPとして設定している主な項目は、チラー水の温度、チラー水の塩素濃度及び金属探知機による金属異物混入の探知の3項目に大別された(令和6年度報告書表3)。金属異物の混入探知をCCPとしている施設が最も多く(35施設)、チラー水の温度と塩素濃度の両方をCCPとしている施設が22あった。チラー水の温度と塩素濃度を単独で設定している施設も見られ、塩素濃度単独の回答は外はぎ施設に多く見られた(4施設)。その他の項目としては、生鳥受け入れ(動物用医薬品の休薬期間の確認)、冷蔵庫内温度、オゾン濃度のモニタリング、包装後のX線検査があった。CCPを設定していない施設は9施設であった。

CCPの管理手法としては、チラー水温度は氷の投入、塩素濃度逸脱は塩素の補充、金属探知機に対してはテストピースの通過が、それぞれ設定している全ての施設で挙げられていた。金属探知機で異常が感知された製品のへの対応については、複数回の連続通過での合格検体のみを流通可能としている施設が複数見られた。チラー水温度逸脱時の製品への是正措置として、製品の再冷却を記載している施設が多く見られたが、30分或いは1時間以上の再冷却、4℃以下で10分間、8℃以下で8分間、と体表面温度が10℃以下になるまで等、再冷却の条件は様々であった。と体温度を逸脱後の是正措置や作業再開の判定基準としている場合は、と体芯温18℃以下、

と体表面温度 10℃以下、表面温度 12℃以下等を基準値としている施設が見られた。

4) -6. 環境ふき取り検査

食鳥処理場における製造環境のふき取り検査については、93 施設中 37 施設 (39.7%) が実施していた。食鳥の処理方式別には、中抜き方式の処理場で 71 施設中 24 施設 (33.8%)、外はぎ方式の処理場で 17 施設中 11 施設 (64.7%) が実施していた (令和 6 年度報告書表 4)。実施なしと回答した施設は 35 施設、回答の記載がなかった施設は 21 施設であった。ふき取り検査の実施者は、食肉衛生検査員が実施していると回答した施設は 11 施設、事業者が実施しているのは 23 施設、外部委託を行っているのは 4 施設あり、食肉衛生検査員と事業者の両方で実施している施設も見られた。ふき取り検査の実施箇所としては、機器 (特にベルトコンベア)、包丁及びまな板、手指及び手袋、収納容器等が主であったが、生鳥ラックや作業台について実施している施設、事業者との相談により都度決定している施設もあった。ふき取り検査の頻度は、月 1 回での実施が 25 施設で最も多く、年数回 (8 施設)、年 1 回 (5 施設) 等が見られた。週 1 回の頻度で行っている施設は 2 箇所あった。

結果のフィードバックについては多くの施設で行われており、従業員への衛生指導、衛生講習会の実施、清掃状況の確認、清掃方法の見直しや検証等が行われていた。

4) -7. 汚染好発部位と考えられる工程

汚染好発部位と考えられる工程については、93 施設中 52 施設から回答が得られた。最も多く回答された工程は「内臓摘出・糞排泄腔摘出」で、29 施設から回答された。次に多かったのは「清掃・洗浄」に関する工程で、

20 施設から回答された。脱羽機、チラー水についても多く挙げられた。それ以外には生鳥ラック等の汚染による交差汚染への懸念が挙げられていた。

4) -8. 外部検証

食鳥処理場における外部検証については、93 施設中 81 施設から回答が得られた。回答のあった全施設で細菌数を実施項目としており、腸内細菌科菌群についてもほとんどの施設で行われていた。

細菌数及び腸内細菌科菌群の基準値は、前年度平均値+2SD としていた施設が最も多く (30 施設)、前年度平均値+3SD としているのは 8 施設、前年度平均値+2SD 又は 3SD としているのは 5 施設、前年度平均値+SD としているのは 6 施設見られた (令和 6 年度報告書表 5)。実数で設定している施設も見られた一方、基準値の設定をしていない施設も 10 施設あった。カンピロバクターの外部検証を実施していたのは 26 施設で、その内基準値を設定していたのは 8 施設であった。サルモネラの外部検証を実施していたのは 8 施設であり、いずれも基準値の設定はしていなかった。その他の項目として、黄色ブドウ球菌、大腸菌群及び大腸菌の試験を実施している食鳥処理場が少数見られた。

外部検証の試験法に関する回答では、生菌数について通知に記載された方法とした施設は 22 施設、フィルム状簡易培地を用いていると回答した施設は 40 施設あった。腸内細菌科菌群については、通知に記載された方法と回答した施設は 25 施設、フィルム状簡易培地を用いていると回答した施設は 43 施設であった。生菌数及び腸内細菌科菌群数の測定に MPN 法を用いた自動測定装置を用いている施設は 3 施設であった。カンピロバク

ターの試験法については、実施施設の多くが定量試験を培養法で実施しており、定性試験を実施していたのは2施設であった。

結果のフィードバックについては、回答の記載があった全施設で行っており、直近の試験結果のみならず過去1年分のデータをグラフ化したもの等で事業者の結果を分かりやすく伝えている施設が多く見られた。

4) -9. 食鳥処理における衛生管理上の問題点

衛生管理上の問題点と考えられる点について、自由記載での回答を求めたところ、93施設中 49 施設から回答が得られた（複数回答あり）。その内 17 施設が、言語の壁を含む従事者教育の困難さを挙げていた。施設老朽化については9施設、外部検証の実施が獣医師に限られていることによる人手不足等の外部検証実施に伴う問題点については6施設、HACCP 実施に伴う問題点については4施設が挙げていた。特に問題はないとの回答は6施設からあった。

5) 認定小規模食鳥処理場を所管する食肉衛生検査所に向けたアンケートの作成

作成したアンケートを令和7年度報告書別添に示した。

6) 認定小規模食鳥処理場を所管する食肉衛生検査所に向けたアンケート調査

回答期限までに、全国の食肉衛生検査所または認定小規模食鳥処理場を所管する 79 機関から回答が得られた。その内 11 機関は認定小規模食鳥処理場を所管していないか、管内の全処理場が休止中であり、営業中の処理場を所管している残り 68 機関からの回答を集計した。自治体の中には認定小規模食鳥処理場を所管しているのが保健所である自治体もあり、これらの機関の中には保健所から回答が含まれている。また、同一自治体であ

っても複数の食肉衛生検査所から個別に回答が得られた例についてはそれぞれ別の回答としている（ただし、認定小規模食鳥処理場数としては重複なく計上している）。68 機関が所管している認定小規模食鳥処理場において、生鳥の状態で入荷している処理場は236施設、丸と体で入荷している処理場は303施設、生鳥と丸と体の両方を入荷している処理場は9施設、丸と体と中抜きと体の両方を入荷している処理場は1施設、入荷状態不明の処理場は74施設であり、合計623施設であった（令和7年度報告書表1）。生鳥の状態で入荷している236施設のうち、大規模食鳥処理場に準じた機械化を行っている処理場は16施設（6.8%）であった。生鳥の状態で入荷している処理場で取り扱われている鳥の種類としては、成鶏を入荷していたのは138施設、ブロイラーが65施設、地鶏が46施設、その他（アヒル（合鴨）、七面鳥等）が50施設であった（令和7年度報告書表2、複数回答あり）。年間開場日数を把握している処理場において、施設の開場日数を1～9日、10～99日、100～199日、200～299日および300日以上に4区分に分け、集計したところ、生鳥の状態で入荷している施設のうち、成鶏を扱う施設では10～99日、100～199日及び200～299日開場している施設がほぼ同数あり、その合計が全体の8割を占めていた。一方、地鶏及びブロイラーを扱う施設では年間開場日数が200～299日の施設が約半数であった（令和7年度報告書図1）。1日平均処理羽数が算出できた施設では、いずれの種類の鳥を扱う施設でも、10～99羽/日进行处理する施設数が最も多かった（令和7年度報告書図2）。地鶏とその他（アヒル等）を扱う施設では1日1000羽以上进行处理する施設はなかったが、

成鶏とブロイラーでは見られた。生鳥の状態
で入荷している 236 施設での HACCP 実施状
況は、HACCP を導入している処理場が 10 施
設 (4.2%)、HACCP の考え方に基づく衛生管
理を導入している施設が 214 施設 (90.1%)、
合計 224 施設 (94.9%) であった。それ以外
の施設は、導入指導中または把握していな
いとの回答だった。これらの施設で設定され
ている CCP は、35 施設が冷却工程 (チラー水
の温度及び塩素濃度管理) と回答し、保管温
度 (冷凍庫・冷蔵庫の温度) が 10 施設、金属
探知機及び異物検査が 6 施設、検品、洗浄工
程及び焼烙が各 1 施設であった (令和 7 年度
報告書表 3: 複数回答あり)。CCP の設定なし
は 7 施設、把握していないとの回答は 5 施設
で見られた (令和 7 年度報告書表 3)。

7) 市販の国産鶏肉におけるリステリア汚染 実態

令和 7 年 5 月から 12 月にかけて、春季 (5,
6 月)、夏季 (7, 8 月)、秋季 (9, 10 月) 及
び冬季 (12 月) に各 24 検体 (合計 96 検体)
の国産鶏むね肉 (皮つき) を購入し、定性法
及び定量法でリステリア・モノサイトゲネス
(Lm) とその他のリステリア属菌 (Lspp) の
検出を行った。その結果、Lm は 96 検体中 28
検体 (29.2%) から、Lspp は 42 検体 (43.8%)
から分離された。Lm を含むリステリア属菌
が分離された検体は 96 検体中 66 検体 (68.8%)
であった。鶏種別には、地鶏 20 検体中 5 検
体 (25%)、銘柄鶏 36 検体中 5 検体 (13.9%)
及びブロイラー 40 検体中 18 検体 (45%) が
Lm 陽性、地鶏 20 検体中 12 検体 (60%)、銘
柄鶏 36 検体中 12 検体 (33.3%) 及びブロイ
ラー 40 検体中 18 検体 (45%) が Lspp 陽性で
あった。Lm を含むリステリア属菌が分離さ
れた検体は、地鶏 20 検体中 14 検体 (70%)、

銘柄鶏 36 検体中 17 検体 (47.2%)、ブロイラ
ー 40 検体中 35 検体 (87.5%) であった。調査
時期ごとの Lm 分離率の傾向は鶏種ごとに異
なっており、地鶏では春季が、銘柄鶏では冬
季が高く、ブロイラーでは通年で高い傾向が
見られた (令和 7 年度報告書表 4)。Lspp 分
離率は、ブロイラーでは Lm と同様の傾向が
見られたものの、地鶏と銘柄鶏では秋季が高
い傾向が見られた。Lm を含むリステリア属
菌の分離率は、銘柄鶏の春季が低い以外はい
ずれも高い結果を示した。検体の購入店ごと
に見た汚染状況では、通年で Lm が分離され
なかった購入店が 13 店舗中 4 店舗見られた
が、Lm を含むリステリア属菌が一度も分離
されなかった店舗は見られなかった (令和 7
年度報告書表 5)。Lm が分離された 9 店舗の
内 7 店舗は 2 季以上で Lm が分離されていた。

鶏肉から分離された Lm について MLST 及
び cgMLST 解析を行ったところ、得られた 28
菌株のうち 14 菌株は Clonal Complex
(CC)5/Sequence Type (ST)5 に属していた (令
和 7 年度報告書表 6)。CC155/ST155 に属して
いた菌株は 5 株、CC3/ST3 は 4 株、CC9/ST9
及び CC330/ST330 は各 2 株、CC87/ST87 は 1
株であった。cgMLST 解析の結果からは、
CC5/ST5 に属する 14 菌株中 11 株は closest
cgMLST 型 (CT) 6363 に、3 株は CT26323 に
分類された。CC155/ST155 に属する 5 菌株中
4 菌株は closest CT として CT26298 に分類さ
れ、1 菌株は closest CT が CT22424 であった。
同一の CC/ST に属する株が 2~4 回繰り返し
分離された鶏肉検体は 8 検体であり、1 回の
み Lm が分離された検体は 3 検体であった。
同一製品から同じ遺伝子型の Lm が分離され
た場合、SNPs 解析の結果からそれらの菌株
が極めて近縁であることが示された。また、

同一店で購入した2製品から同じ遺伝子型のLmが分離された例では、SNPs解析の結果から同一製品由来菌株は調査時期が異なる株でも極めて近縁である一方、調査時期が同じ別製品では近縁度が低かった。

D. 考察

本研究での調査により、令和2年前後に国内で報告された食鳥処理場での処理済み鶏肉（収去品または購入検体）及び市販の鶏肉におけるサルモネラの汚染率は、2019年までの調査年の報告（5件）で7.5%~100%であり、令和2年以降の調査年の報告（9件）では16.1%~58.1%となっていた。同様にカンピロバクターについては、2019年までの調査年の報告（4件）で24.5%~75.9%であり、令和2年以降の調査年の報告（6件）では28.6%~92.2%となっており、大きな変化は見られなかった。現在では食鳥処理工程でのカンピロバクター汚染調査は、外部検証として定量的に実施されているが、鶏肉製品のカンピロバクター汚染についての定量的解析結果の報告は現時点でほとんど見られなかった。サルモネラやリステリア等と異なり、カンピロバクターは鶏肉の保存中に増殖することはないため、市販鶏肉中の汚染菌量が低減するほどカンピロバクター症の発生リスクは減少すると考えられることから、製品中の汚染菌量の把握が重要となる。市販鶏肉製品におけるカンピロバクター汚染実態の正確な把握のためには、今後定量的な解析結果の情報が必要になると思われる。

食鳥処理施設での食中毒菌による汚染の低減方法に関する文献調査では、国内で広く用いられている塩素剤以上に、過酢酸の食中毒菌低減効果が高いことを示す文献が複数

見いだされた。過酢酸の有効性については過去の厚生労働科学研究でも検証されている（令和4年度厚生労働科学研究補助金 食品の安全確保推進研究事業「食鳥処理場におけるHACCP検証手法の確立と食鳥処理工程の高度衛生管理に関する研究」）。一方で、今回の調査で見いだされた文献では、過酢酸の安定剤として配合されている成分が食肉に残存しうることが示されていた。食肉、食鳥肉を含む食品製造工程で用いることが認められている消毒薬の種類は国によって異なり、諸外国での使用実績をもとにただちに我が国に導入できるとは限らないため、導入には確認が必要となる。また、国内で使用している薬剤の中には、国によっては使用を認めていない成分が含まれている場合もあり、輸出用製品の製造時についても相手国の要綱を確認すると共に、最新情報の確認が必要と考えられる。

年間処理羽数が30万羽以上の大規模食鳥処理場を所管する食肉衛生検査所に対し、衛生管理に関するアンケート調査を実施したところ、93処理場からの回答が得られた。鶏肉へのカンピロバクター等の汚染経路のひとつと考えられる食鳥処理工程での腸切れ個体数の把握状況については、把握していたのは129回答中32回答（複数回答あり）であり、把握しているとの回答の多くは中抜き方式のブロイラーについてであった。全体の7割以上の施設で腸切れ個体数の把握は行われておらず、と体への腸管内容物付着を減らす対策を取るために今後改善の余地があると思われる。把握していた施設での腸切れ個体の発生数は、100羽中にほとんどないものから50羽中13羽まで大きい幅をもっており、発生頻度が高い事例の原因究明が重要と思

われた。

チラー水の管理温度は本チラーでは 4℃又は 5℃が大半で、予冷チラーは 10℃が多く見られた。予冷チラーを設置しているうちの 8 施設で、本チラー水のオーバーフローにより予冷チラーを換水する方式となっていた。塩素濃度については回答があった施設のほぼ全てで下限値を設定しており、50ppm が最多であった。上限については設定していない施設が約 3 割見られた。一方で、塩素濃度の逸脱時の対応として下限値を下回った場合の対応はいずれの施設でも「塩素の補充」としていたが、上限を上回った際の対応を定めている施設は 3 箇所のみであった。今後、外部検証による細菌の菌数と塩素濃度の基準値の相関を解析することにより、鶏肉の細菌汚染の制御に有効な塩素濃度について知見を得ることが必要と思われた。

CCP については多くの施設でチラー水の温度及び塩素濃度と、金属探知機を挙げており、逸脱時には管理基準を満たすまで作業を停止し、氷の投入や塩素の補充等の復旧措置を取ることが記されていた。一方で、逸脱時の対応として製品の取り扱いについて記載している施設は少数であった。

環境ふき取り検査は外はぎ方式の処理場で比較的多く行われていた。

外部検証については細菌数と腸内細菌科菌群について実施している施設が大半であった。試験法としてはフィルム状簡易培地が広く用いられていた。基準値は前年度平均+2SD 或いは 3SD とした施設が 5 割以上を占めていた。カンピロバクター試験の実施については約 3 割にとどまり、基準値を設定しているのは更にその 3 割であった。衛生管理上の問題点として従業員教育の困難さや、施設

老朽化等が多く挙げられた。事業者からの回答として、衛生対策の実施を製品コストに反映することができず、改善が困難であるとのコメントも得られた。

令和 6 年度調査の結果、HACCP 導入後の大規模食鳥処理場における衛生管理実態といくつかの問題点が明らかとなった。それぞれの施設の状況に応じた衛生管理が実施されていたが、消毒工程や施設設備の清掃状況等、他施設との比較検討や、各施設における処理工程の妥当性確認を行うことで、どのような工程管理がより効果的な衛生管理につながるかを把握することができると思われた。

令和 7 年度に年間処理羽数が 30 万羽未満の認定小規模食鳥処理場について、衛生管理に関するアンケート調査を実施したところ、生鳥の状態で入荷している 236 施設での HACCP 実施状況は、HACCP を導入している処理場が一部見られたが、HACCP の考え方に基づく衛生管理を導入している施設が 9 割を超えていた。1 日の処理羽数は 10~99 羽の施設が最多であり、大規模食鳥処理場と同様の機械化がされている施設は 6.8%のみで、多くの施設では手作業で処理が行われていた。また、一部には HACCP の考え方に基づく衛生管理の導入指導中という処理場も見られた。HACCP を導入している処理場のみならず、HACCP の考え方に基づく衛生管理を行っている施設においても、多くの施設で CCP を設定しており、その内容は昨年度の大規模食鳥処理場へのアンケート調査で明らかとなった項目と同様に、冷却工程（チラー水の温度及び塩素濃度管理）と異物検査が多かった。一方で、保管温度（冷凍庫・冷蔵庫の温度）を CCP としている施設は大規模食鳥

処理場よりも多く、今回回答が得られた認定小規模食鳥処理場の約半数が丸と体の状態で鳥を受け入れており、生鳥受け入れ施設と比べて食肉加工施設に近い形態であるためと思われた。取り扱う鳥の種類は、生鳥受け入れ施設では成鶏が最多となっており（令和7年度報告書表2）、令和6年度のアンケート調査結果で大規模食鳥処理場においてはブロイラーが過半数を占めたことと対照的であった。一方、丸と体受け入れ施設ではブロイラーが7割以上となっており、地鶏は取り扱われておらず、鳥の種類によって扱われる処理場が大きく異なることが示された。大規模食鳥処理場では、鶏以外の鳥を取り扱う施設はほとんど見られなかったが、認定小規模食鳥処理場では生鳥、丸と体ともにアヒル、七面鳥等を扱う施設が一定数見られた。また、認定小規模食鳥処理場のうち、大規模食鳥処理場に近い10万羽を超える年間処理羽数の施設は8箇所あり、その内6箇所が成鶏を処理する施設であった。また、ある自治体からの回答では、丸と体の状態で入荷している施設は一日処理羽数が数羽の飲食店が多く、一部は約100羽/日の精肉店であった。近年国内の細菌性食中毒事件数の第一位となっているカンピロバクター食中毒は、加熱不十分或いは非加熱の鶏肉の喫食による事例が多数発生している。また、国内のカンピロバクター食中毒事例の多くが飲食店での鶏肉の喫食によって発生している。今回の調査では明確にならなかったものの、飲食店が実態となっている認定小規模食鳥処理場における衛生管理の向上が当該食中毒の発生予防に関わる可能性が考えられた。

市販鶏肉におけるリステリア汚染実態調査では、リステリア・モノサイトゲネスの陽

性率は約29.2%であり、国内における過去の研究と同様であった。一方、リステリア属菌全体の汚染率は68.8%であり、検体を購入した13販売店の中で、四季を通じて鶏肉からリステリア属菌が一度も分離されなかった販売店はなく、リステリア属菌が市販鶏肉に広く分布していることが示された。分離されたリステリア・モノサイトゲネス菌株の遺伝子解析の結果から、これらの製品については販売店での交差汚染ではなく入荷前に鶏肉を既に汚染している可能性が高いと思われた。一方で、同一販売店で購入した2製品（銘柄鶏及びブロイラー）がそれぞれ同じ調査時期に1回のみLm汚染を示した例では、これらの製品由来の菌株が極めて近縁であったことから、販売店での交差汚染の可能性が考えられた。以上の結果から、市販鶏肉におけるリステリア汚染は販売店での交差汚染が疑われる場合と、販売店に入荷される前の段階（農場、食鳥処理場、食肉加工場のいずれか）で汚染が起こる場合の両方があると思われた。同様に鶏肉で高い汚染率を示すことが知られているカンピロバクターは、主に養鶏場での汚染と食肉処理場での交差汚染が原因と考えられている。一方リステリア属は、今回の調査結果から流通段階での汚染も起こりうると思われることから、市販鶏肉の生産、加工及び流通段階の全てでの衛生指標として活用しようと思われた。今回鶏肉から分離されたLmには、hypervirulentに分類されるCC1, CC6, CC2及びCC4に属する菌株は見られなかったものの、アジアで患者株に多いCC87ST87株が含まれていた。また、いずれのCCもデータベース内で患者からも分離されていることが示された（令和7年度報告書図3）。鶏肉は充分に加熱して喫食するもの

であるが、調理器具を介した交差汚染による感染リスクへの注意が重要であると思われた。

E. 結論

令和2年の外部検証導入前後に調査・報告された、国内の市販鶏肉及び収去品等における食中毒菌汚染実態についての文献調査を行った結果、令和2年以降の報告では鶏肉製品中のサルモネラ及びカンピロバクターの食中毒菌の汚染率（定性試験結果）は、それぞれ16.1%～58.1%及び28.6%～92.2%であり、2016～2019年に実施された結果と大きく変わらないことが示された。一方、鶏肉製品のカンピロバクター汚染についての定量的解析結果の報告はほとんど見られず、同菌汚染実態の正確な把握のために今後それらの情報が必要になると思われた。

諸外国での食鳥処理における、国内での衛生管理向上に役立てうる情報の収集では、過酢酸の有効性が示される一方で、過酢酸に含まれる安定剤の成分が食肉に残存することから、過酢酸の濃度、暴露時間等の使用管理をHACCPプランに含めることが推奨されていた。

令和6年度に実施した大規模食鳥処理場への衛生管理に関するアンケート調査の結果、93施設から回答が得られた。HACCP導入後の大規模食鳥処理場におけるチラー水の温度及び塩素濃度管理基準、微生物汚染が発生しやすいと考えている工程、外部検証における基準値の設定方法などの衛生管理実態が明らかとなった。各処理場では、それぞれの施設の状況に応じた衛生管理が実施されていたが、消毒工程や施設設備の清掃状況等について他施設との比較検討や、各施設におけ

る処理工程の妥当性確認を行うことで、どのような工程管理がより効果的な衛生管理につながるかを把握することができると思われた。

令和7年度に実施した、認定小規模食鳥処理場への衛生管理に関するアンケート調査の結果、68箇所の食肉衛生検査所、保健所等から638処理場についての有効な回答が得られた。その結果、各施設の1日処理羽数は数羽から数千羽と大きく異なっていた。生鳥の状態ですぐ鳥を受け入れている236箇所の認定小規模食鳥処理場の約90%においてはHACCPの考え方に基づく衛生管理を実施していたものの、HACCPによる衛生管理を行っている施設も少数見られた。CCPは大規模食鳥処理場と同様に冷却工程と金属探知機が多く設定されていたが、保存工程を設定している施設も大規模食鳥処理場より多い比率で見られた。取り扱う鳥の種類は大規模食鳥処理場とは異なり、アヒル、七面鳥等の鶏以外の食鳥を扱う施設が比較的多くみられ、羽数にかかわらず手作業で処理されていることが明らかとなった。丸と体で入荷している施設には飲食店や精肉店が含まれており、これらの施設における衛生管理がカンピロバクター食中毒等の発生防止に関与する可能性が考えられた。

市販鶏肉でのリステリア汚染は過去の文献と同程度であり、汚染菌数は高くはないものの広く長期間に汚染していることが示され、リステリア属菌が鶏肉の衛生指標として有用である可能性が示された。分離菌株の遺伝子解析の結果から、販売店における交差汚染と、販売店に入荷される前に本菌によって汚染されている場合の両方が考えられた。今後、本菌の汚染防止に効果的な、生産、加工

及び流通段階での衛生管理を行うことで、効率的な鶏肉の安全性向上に寄与すると思われる。

3年間の研究を通じて、国内の大規模食鳥処理場はHACCPに基づく衛生管理、生鳥の状態で入荷する認定小規模食鳥処理場の多くはHACCPの考え方に基づく衛生管理を実施しており、いずれも多くの施設でCCPを設定していること、CCPには冷却工程と異物検査が多く設定されていることが明らかとなった。飲食店が実態である認定小規模食鳥処理場の衛生管理実態の把握については今後の課題となった。一方で、市販鶏肉の食中毒菌汚染は比較的高率に見られており、これらの低減には更なる対策の検討が望まれた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 学会発表

1) 平野 かおり, 安藤 知弘, 下島 優香子, 岡田 由美子. 管内と畜場におけるリステリア属菌の汚染実態調査. 食肉・食鳥肉衛生研究発表会, 2025年1月23~24日, 東京.

2) 下島 優香子, 小田 みどり, 中江 優貴, 小野田 伊佐子, 久永 崇宏, 茂木 啓陽, 小野 亜矢子, 土屋 響己, 上原 さとみ, 岡田 由美子, 森田 幸雄. と畜場・食鳥処理場の環境モニタリングアンケート調査とフィルム培地妥当性確認. 第168回日本獣医学会学術集会, 2025年9月4日, フェニックス・シーガイア・コンベンションセンター, 宮崎.

3) 平野 かおり, 大竹 令倭, 安藤 知弘, 下島 優香子, 岡田 由美子. 管内と畜場の

Listeria spp.環境モニタリングの有用性. 令和7年度獣医学術東北地区学会, 2025年10月9日, 秋田キャッスルホテル, 秋田.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

令和 5-7 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）
分担研究報告書

と畜・食鳥処理場における HACCP の検証及び
食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に資するための研究

食肉における病原微生物の汚染実態把握、性状解析並びに
モニタリング手法に関する研究

分担研究者 山崎 伸二 大阪公立大学大学院 獣医学研究科 教授
研究協力者 畑中 律敏 同 准教授
アワスティ シャルダ プラサダ 同 特任准教授
オビ オケチュク 同 特任助教

研究要旨

食肉の *Providencia* 属菌による汚染を検証した。市販食肉 149 検体（鶏肉 60 検体、豚肉 61 検体、牛肉 28 検体）中、81 検体（54%；鶏肉 53 検体[88%]、豚肉 22 検体[36%]、牛肉 6 検体 21%）より *Providencia* 属菌に特異的な PCR にて *Providencia* 属菌を検出した。PCR で陽性となった 81 検体中、72 検体から 81 株の *Providencia* 属菌を分離した。最も多かったのが *P. alcarifaciens* の 37 株、次いで *P. rusutigianii* の 34 株であった。分離された *Providencia* 属菌全てにおいて細胞膨化致死毒素（*cdt*）遺伝子は検出されなかったが、*P. alcarifaciens* と *P. rusutigianii* のそれぞれ 1 株で 3 型分泌装置（T3SS）の *pSpaL* 遺伝子が検出された。以上の結果より、我が国の食肉はヒトの *Providencia* 感染症の感染源となる可能性が示唆された。増菌前の鶏肉 1 検体で *Providencia* 属菌が 2.3×10^4 CFU/g となった検体があったが、それ以外は検出下限以下（ $<1.0 \times 10^3$ CUF/g）であった。食肉の *Providencia* 属菌汚染と、衛生指標菌である大腸菌群数との間に相関性があるかをについて検証した。鶏肉においては大腸菌群と *Providencia* 属菌汚染と相関性を示す傾向にあり、豚肉においても同様の傾向が認められた。しかしながら、両者とも統計学的に優位な差を示さなかった。病原因子保有の *Providencia* 属菌（*cdt*, *invA* [T3SS] 遺伝子）と非保有 *Providencia* 属菌を検出できる *Providencia*-multiplex PCR（*P*-multiplex PCR）を構築した。食肉の *Providencia* 属菌汚染実態を把握する手法として、緩衝ペプトン水で増菌後、*P*-multiplex PCR と *Providencia* 属菌選択分離培地である PMXMP 寒天培地を併用したモニタリング法を提案する。

A. 研究目的

Providencia 属菌は、腸内細菌目、モルガネラ科に属するグラム陰性通性嫌気性桿菌で、鞭毛を有し運動性がある。本菌は現在までに少なくとも 11 菌種報告されている。その中でも *P. alcarifaciens*、*P. heimbachae*、*P. rettgeri*、*P. rustigianii*、*P. stuartii* は腸管感染症、尿路感染症や敗血症の患者から分離されている。遡り調査

により、1996 年福井県で発生した集団食中毒事例に *P. alcarifaciens* が関わっていたことも明らかとなっている。以後、2002 年に東京都で、2006 年には鳥取県で *P. alcarifaciens* が原因となる集団食中毒事例が報告されている。我々の研究グループは岡山県の小児下痢症患者便から *P. alcarifaciens*、*P. rettgeri* や *P. rustigianii* を分離し、新たな病原因子として細胞膨化致死毒素

(CDT) や 3 型分泌装置 (T3SS) を見出し報告している。*Providencia* 属菌の他の病原因子として、細胞接着性・侵入性やウレアーゼ等も知られている。しかしながら、本菌種の環境中における分布や、ヒトへの感染源等については未だ十分に明らかにされていない。我々の研究グループはタイの市販食肉の約 60~70%が *Providencia* 属菌で汚染していることを報告した。本研究では、*Providencia* 属菌の感染源の一つとなりえる食肉(鶏肉、豚肉、牛肉)に着目し、我が国における *Providencia* 属菌の食肉汚染を検証した。具体的には、食肉の増菌培養液より PCR 法で *Providencia* 属菌特異的遺伝子を検出し、陽性検体から *Providencia* 属菌の分離を試みた。分離菌の細菌学的性状を解析し、菌種同定を行った。また、*Providencia* 属菌の汚染と衛生指標菌である大腸菌群細菌数と相関性があるか、さらに病原性の *Providencia* 属菌と非病原性の *Providencia* 属菌を鑑別するための *P*-multiplex PCR 法の構築も試みた。

B. 研究方法

市販食肉からの *Providencia* 属菌の検出、分離と菌種同定

近隣のスーパーマーケットで購入した国産の食肉 149 検体(鶏肉 60 検体、豚肉 61 検体、牛肉 28 検体)を本研究に供した。食肉 25 g をストマッキングバックに採取し、それぞれ 9 倍量の緩衝ペプトン水を加えストマッカーにて 30 秒間ストマッキング処理を行った。その後、37°C で 20 ± 2 時間静置培養し、本増菌培養液よりアルカリ熱抽出法にて DNA を抽出した。*Providencia* 属菌特異的 (*P*-16S rRNA) 遺伝子及び *Providencia* 属菌の *cdt* (*Pcdt*) 遺伝子を検出できる *P*-duplex PCR で *Providencia* 属菌及び *Pcdt* 遺伝子を検出した。さらに、T3SS の構成遺伝子である *pSpaL* 遺伝子についても PCR で調べた。

PCR にて *P*-16S rRNA が陽性となった増菌培養液は、*Providencia* 属菌の選択分離培地である PMXMP 寒天培地に塗布し、37°C、24~48 時間培養し *Providencia* 属菌の分離を試みた。培地上の *Providencia* 属菌様のコロニーを PCR 法にて *Providencia* 属菌であることを確認し、その後、分離菌の生化学性状試験を行い菌種を同定した。

Providencia 属菌の鶏肉及び豚肉の汚染菌数定量

市販の鶏肉と豚肉をそれぞれ 15 検体購入し、それぞれ 25 g を無菌的に切り出し 9 倍量の緩衝ペプトン水に加えて揉み出し液を作製した。増菌前の揉み出し液を MacConley 寒天培地上に塗抹し

37°C、20 ± 2 時間培養後、赤色と無色のコロニーをそれぞれ計測した。揉み出し液を 10 倍濃縮し、*Providencia* 属菌に特異的なジャイレーズ遺伝子を標的とした real-time PCR で菌数を定量した。また揉み出し液を 37°C、18 時間培養後、*P*-duplex PCR で *Providencia* 属菌を検出した。

市販食肉からの *Providencia* 属菌の検出と大腸菌群数

市販の鶏肉 38 検体と豚肉 15 検体の合計 53 検体を用いた。食肉 25 g をストマッキングバックに採取し、そこに 9 倍量の緩衝ペプトン水を加えストマッカーにて 30 秒間ストマッキングを行った。揉みだし液より、マッコンキー寒天培地を用い平板塗抹法にて大腸菌群数を求めた。揉みだし液については 37°C で 20 ± 2 時間静置培養した。この増菌培養液よりアルカリ熱抽出法にて DNA を抽出し、*P*-duplex PCR にて、*Providencia* 属菌の検出を行った。さらに、PMXMP 寒天培地を用いて *Providencia* 属菌の分離を試みた。

Providencia 属菌の検出及び病原因子を検出する新規 multiplex PCR の構築

新たに *Providencia* 属菌において細胞膨化致死毒素をコードする *cdt* 遺伝子配列を見出したため、現在知りうる全ての *P*-*cdt* 遺伝子を検出するためにプライマーの再設計を行った。さらに、*Providencia* 属菌の主要な病原因子と考えられる *P. alcalifaciens* と *P. rustigianii* で見つかった T3SS の塩基配列から *invA* 遺伝子の特異的に検出できるプライマーを設計し、*Pcdt* 遺伝子と *P*-16S rRNA の 3 種類のプライマーを組み合わせた *P*-multiplex PCR の構築を試みた。

新規 *P*-multiplex PCR の評価

構築した *P*-multiplex PCR の感度・特異度を検証するために、陽性菌株として 4 株の *P. alcalifaciens* [(*cdt* (-) /*invA* (-) 1 株, *cdt* (-) /*invA* (+) 1 株, *cdt* (+) /*invA* (+) 2 株]、2 株の *P. rustigianii* [(*cdt* (+) /*invA* (+)]、2 株の *P. rettgeri* [(*cdt* (-) /*invA* (+) 1 株, *cdt* (+) /*invA* (+) 1 株] を用いた。また、陰性菌株として *E. coli* 4 株、*E. albertii*、*Shigella dysenteriae*、*S. flexnerii*、*S. sonnei*、*S. boydii*、*Campylobacter jejuni*、*C. coli*、*Proteus mirabilis*、*Salmonella Typhimurium*、*Citrobacter freundii*、*Enterobacter cloacae*、*Vibrio cholerae*、*V. parahaemolyticus* をそれぞれ 1 株で、計 17 株を用いて PCR を行った。また、検出下限について検証するために、10 g の *Providencia* 属菌陰性が確認された牛肉に対して、

P. alcalifaciens RAC2212A 株 [*cdt* (+) / *invA* (+)], RAC2016A 株 [*cdt* (-) / *invA* (+)], RAC2016B 株 [*cdt* (-) / *invA* (-)] をそれぞれ 1, 10, 100, 1000 CFU をスパイクし、前述同様に緩衝ペプトン水で増菌後、構築した新規 *P*-multiplex PCR で検出を試みた。

C. 研究結果

市販食肉からの *Providencia* 属菌の検出、分離と菌種同定

供試した食肉 149 検体中、81 検体 (54%) で *Providencia* 属菌特異的 PCR が陽性となった。各食肉における検出率は鶏肉 88% (53/60)、豚肉 36% (22/61)、牛肉 21% (6/28) であった。また、*Pcdt* 遺伝子は全て陰性であった。PCR にて *Providencia* 属菌が検出された計 81 検体から *Providencia* 属菌の分離を試みた。鶏肉 50 (94%) 検体、豚肉 16 (73%) 検体、牛肉 6 (100%) 検体より *Providencia* 属菌の分離に成功した。さらに分離菌を生化学性状試験により菌種を同定した結果、鶏肉では 26 検体から *P. alcalifaciens* が、30 検体から *P. rustigianii* が分離された。うち 6 検体では *P. alcalifaciens* と *P. rustigianii* の 2 菌種が同時に分離された。豚肉では 10 検体から *P. alcalifaciens* が、3 検体から *P. rustigianii* が、3 検体から *P. vermicola* が分離された。牛肉では 1 検体から *P. alcalifaciens* が、1 検体から *P. rustigianii* が、3 検体から *P. rettgeri* が、2 検体から *P. vermicola* が、2 検体から *P. huaxiensis* 分離された (表)。

Providencia 属菌の鶏肉及び豚肉の汚染菌数定量

緩衝ペプトン水での増菌前後の鶏肉、豚肉における *Providencia* 属菌数を定量した。増菌前に *Providencia* 属菌が検出されたのは鶏肉 1 検体のみで、菌数は 2.3×10^4 CFU/g であった。それ以外の 29 検体全てで検出下限以下 ($<1.0 \times 10^3$ CFU/g) であった。増菌培養後に鶏肉は 14 検体で、豚肉は 3 検体で陽性となり、陰性検体は鶏肉で 1 検体、豚肉で 12 検体であった。

食肉における *Providencia* 属菌の検出と食肉中の大腸菌群数との相関性

市販鶏肉 38 検体中 36 検体、豚肉 15 検体中 3 検体より *Providencia* 属菌が検出、または分離された。次に *Providencia* 属菌が検出された鶏肉 36 検体または豚肉 3 検体の大腸菌群数を計測したところ、平均値はそれぞれ $1,146.9 \pm 1,217.7$ CFU/g または 362.1 ± 452.2 CFU/g であった。一方で *Providencia* 属菌が検出されなかった鶏肉 2 検体ま

たは豚肉 12 検体の大腸菌群数はそれぞれ 215.0 ± 15.0 CFU/g (図 1) または $878.9 \pm 2,751.7$ CFU/g であった (図 2)。鶏肉では *Providencia* 属菌が検出された検体においては、大腸菌群数が多い傾向にあった。一方、豚肉では *Providencia* 属菌が検出されない検体の方が多い傾向にあった。鶏肉及び豚肉において、*Providencia* 属菌陽性または陰性の検体数に差があり、有意差検定はできなかった。

構築した新規 *P*-multiplex PCR の評価

PCR の結果、陽性 8 株は全て予想された増幅産物を、陰性 17 菌株からは特異的な増幅産物は確認されず、感度および特異度は 100% であった。

次に、10 g の牛肉に *Providencia* 属菌をスパイク後、増菌した際の検出下限は、RAC2016A [*cdt* (-) / *invA* (-)], RAC2016B 株 [*cdt* (-) / *invA* (-)] は 1 CFU をスパイクしたものの、RAC2212A 株 [*cdt* (+) / *invA* (+)] は 10 CFU をスパイクしたもので検出

された。しかも、*P. alcalifaciens* に特異的な 16S rRNA 遺伝子のみならず、病原因子である *invA* 遺伝子及び *cdt* 遺伝子も 16S rRNA 遺伝子と同程度の感度で検出された。

D. 考察

タイでは鶏肉 58% (15/26)、豚肉 64% (16/25)、牛肉 68% (17/25) で *Providencia* 属菌が陽性となった (Shima et al, Jpn J Infect Dis, 69: 323-325, 2016)。タイの鶏肉 15 検体全てから *P. alcalifaciens* が、2 検体から *P. stuartii* が、豚肉 16 検体中 14 検体から *P. alcalifaciens* が、2 検体から *P. rustigianii* が、1 検体から *P. rettgeri* が、牛肉 17 検体中、10 検体から *P. alcalifaciens* が、7 検体から *P. stuartii* が、2 検体から *P. rettgeri* が分離されている。

我が国においてもタイ同様、市販食肉が高率で *Providencia* 属菌に汚染されていることが明らかとなった。我が国では鶏肉が特に高率 (88%) で *Providencia* 属菌に汚染されていた。HACCP 義務化以前 (2012~2013 年) に我々が行った研究においても 64% (16/25) の鶏肉から *Providencia* 属菌が分離されており、本属菌の検出率は豚肉や牛肉と比較して高い傾向が見られた。また以前同様、鶏肉から分離された本属菌の多くがヒトの胃腸炎患者からも分離される *P. alcalifaciens* や *P. rustigianii* であった。さらに豚肉、牛肉からも *P. alcalifaciens* だけでなく患者からも分離される *P. rettgeri* や *P. rustigianii* が分離され、食肉がヒトへ

の感染源となる可能性が示唆された。

食肉の汚染菌数を調べたところ鶏肉 1 検体で 2.3×10^4 CFU/g であったが、それ以外は $<1.0 \times 10^3$ CUF/g と検出下限以下であった。さらに、食肉の *Providencia* 属菌汚染と衛生指標菌（ここでは大腸菌群）との間に相関性があるかどうかを調べた。もし、相関性があれば *Providencia* 属菌の汚染を衛生指標菌である大腸菌群を検出することで知ることができる。図 1 に示したように、鶏肉においては *Providencia* 属菌が検出された食肉からは大腸菌群数が多い傾向が確認された。しかしながら、*Providencia* 属菌陰性検体が 2 つしかなかったため、統計学的に有意差があるかについて明らかにすることができなかった。一方、豚肉においては、*Providencia* 属菌陰性 1 検体において 10,000 CFU/g と極端に大腸菌群数が多い検体が確認された。さらに、豚肉の場合、*Providencia* 属菌の陽性検体が鶏肉と比べそれほど多くなく、*Providencia* 属菌汚染と大腸菌群細菌数と相関性がある傾向が認められたが、本研究では、豚肉、鶏肉においても衛生指標菌である大腸菌群が *Providencia* 属菌汚染の判定に用いることができるかどうか結論づけることはできなかった。鶏肉、豚肉においても今後さらに検体数を増やして検討する必要がある。

一方、PCR 法は今日、簡便で迅速な病原体検査法として幅広く普及し利用されている。本研究では、衛生指標菌に変わる手法として、*Providencia* 属菌に特異的な遺伝子（*P*-16S rRNA）と 2 種の病原遺伝子（*Pcdt* 遺伝子、*invA* 遺伝子 [T3SS]）を同時に検出できる *P*-multiplex PCR を構築した。本 *P*-multiplex PCR はスパイク実験において、1-10 CFU/g の *Providencia* 属菌を検出する事ができ、*Providencia* 属菌の選択分離培地である PMXMP 寒天培地と組み合わせることで、食肉の *Providencia* 属菌汚染を迅速にモニタリングできる可能性が示めされた。

E. 結論

HACCP が導入された後においても、我が国の食肉の多くは *Providencia* 属菌に汚染されており、特に鶏肉が高率に汚染されていることが明らかとなった。分離菌の多くが *P. alcalifaciens* であり、今後食肉分離菌株と患者由来菌株を比較することで、食肉が本属菌に汚染されていることのリスクについてもさらに検証することが重要である。

我が国の食肉、特に鶏肉が *Providencia* 属菌に汚染されていること、汚染菌種は鶏肉・豚肉とも人の胃腸炎患者から分離される *P. alcalifaciens* と *P. rustigianii* が多いことがわかった。また、食肉の汚染菌数は少なく、増菌培養をしないと検出できないレベルであった。衛生指標菌が *Providencia* 属菌の汚染指標になるかならないか結論づけるにはさらに検体数を増やして調べることが必要である。一方、より簡便で迅速な方法として本研究で構築した *P*-multiplex PCR を用いることで病原性と非病原性の *Providencia* 属菌を鑑別する事ができ有用であると考えられる。

F. 健康危険情報

特になし。

G. 研究発表

1. 論文

- 1) Hassan J., Awasthi S. P., Hatanaka N., Hoang P. H., Nagita A., Hinenoya A., Faruque S. M., Yamasaki S. Presence of functionally active cytolethal distending toxin genes on a conjugative plasmid in a clinical isolate of *Providencia rustigianii*. Infection and Immunity, 91(6), e00121-22, 2023.
- 2) Obi O. J., Hinenoya A., Awasthi S. P., Hatanaka N., Faruque S. M., Yamasaki S. Wild raccoons (*Procyon lotor*) as a potential reservoir of cytolethal distending toxin-producing *Providencia* strains in Japan. Microbiology Spectrum, 13(4), e02616-24, 2025.

2. 学会発表

- 1) 山崎 伸二, Jayedul Hassan, 日根野谷 淳, 畑中 律敏, Awasthi Sharda Prasad, 山手 丈至, 中村 昇太, 元岡 大佑, 名木田 章. 小児下痢症患者から分離した *Providencia* 属菌の新規病原因子. 第 20 回日本小児消化管感染症研究会, 2024 年 2 月 18 日, JR 博多シティ, 博多.
- 2) Obi John Okechukwu, Awasthi Sharda Prasad, 宇山 千晴, 日根野谷 淳, 畑中 律敏, 山崎 伸二. 市販食肉のプロビデンシア属菌による汚染状況と分離菌の病原性について. 第 57 回ビブリオシンポジウム, 2025 年 10 月 30 日, 長崎大学, 長崎.

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし

2. 実用新案登録
なし

表 我が国の市販食肉における *Providencia* 属菌の汚染状況及び汚染菌種

肉種	<i>Providencia</i> -16S PCR 陽性数 (%)	<i>cdt</i>	分離数 (%)	菌種ごとの分離数					複数菌種 分離検体
				<i>P. al</i>	<i>P. ru</i>	<i>P. re</i>	<i>P. ve</i>	<i>P. hu</i>	
鶏肉 (n=60)	53 (88)	0	50 (94)	26	30*	0	0	0	6
豚肉 (n=61)	22 (36)	0	16 (73)	10*	3	0	3	0	0
牛肉 (n=28)	6 (21)	0	6 (100)	1	1	3	2	2	3
計 (n=149)	81 (54)	0	72 (89)	37	34	3	5	2	10

*T3SS 遺伝子クラスターに存在する *pSpaL* 遺伝子が PCR それぞれ 1 検体で検出

P. al: *P. alcalifaciens*

..

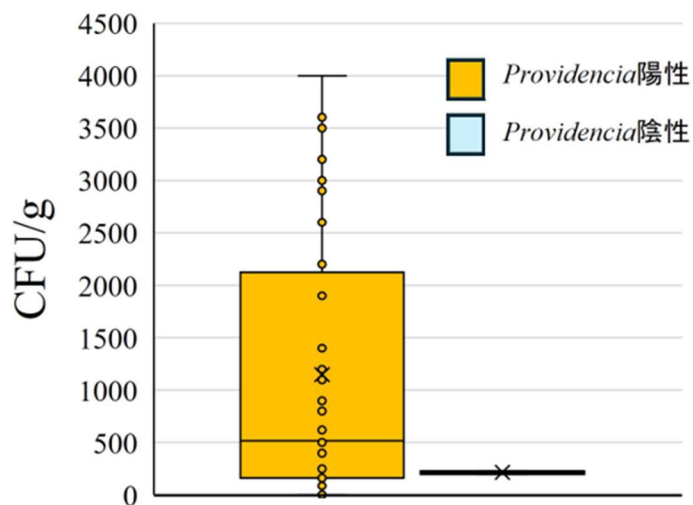


図1、*Providencia*属菌陽性、陰性鶏肉検体における大腸菌群数

*Providencia*属菌が検出された36検体とされなかった2検体におけるそれぞれの大腸菌群数の箱ひげ図

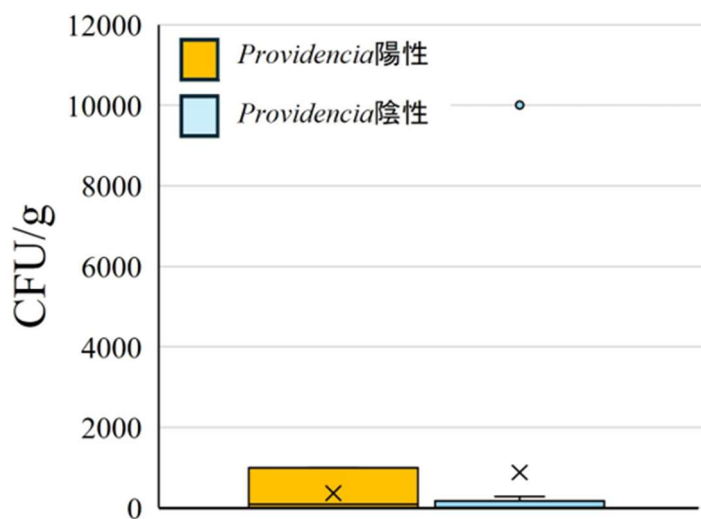


図2、*Providencia*属菌陽性、陰性豚肉検体における大腸菌群数

*Providencia*属菌が検出された3検体とされなかった12検体におけるそれぞれの大腸菌群数の箱ひげ図

令和 5-7 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)
総括分担研究報告書

と畜・食鳥処理場における HACCP の検証
及び食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に資するための研究

と畜場・食鳥処理場の環境モニタリング手法に関する研究

分担研究者	下島優香子	東洋大学食環境科学部
研究協力者	小田みどり, 中江優貴, 久永崇宏, 藤川達也, 杉山英視, 小野田伊佐子, 長谷川久, 渡邊さつき, 太田智恵子 平野かおり, 大竹令倭, 安藤知弘	静岡県食肉衛生検査所 山形市食肉衛生検査所 四日市市保健所食品衛生検査所 浜松市保健環境研究所食肉衛生検査所 セッツ株式会社 東洋大学大学院食環境科学研究科 秋田悠花, 小原結衣, 仲川龍雅, 五明 開, 宮島 樹, 巻島太一, 茂垣翔大 東洋大学食環境科学部 上原さとみ 岡田由美子 森田幸雄 西宮市食肉衛生検査所

研究要旨

国内食肉衛生検査所を対象に微生物環境モニタリングに関するアンケート調査を行った。過去に環境モニタリングを実施したことのある施設は 34.5%であった。検査項目は、一般生菌数、大腸菌群、腸内細菌科菌群の順であった。食鳥処理場ではサルモネラ、カンピロバクターおよび黄色ブドウ球菌を実施している施設もあった。

と畜場等を対象として一般生菌数、腸内細菌科菌群の測定および *Listeria* spp. の分離を行った。衛生指標菌の測定では、環境の汚染状況が示された。*Listeria monocytogenes* を含む *Listeria* spp. が冷蔵庫エリアや副産物処理エリア等から分離された。*L. monocytogenes* を含む *Listeria* spp. は牛生体外皮や牛盲腸便からも分離され、牛の外皮や腸管に存在する *L. monocytogenes* が施設を汚染する可能性が示唆された。*L. monocytogenes* および *L. innocua* は MLST 解析により汚染経路推定等に活用できると考えられた。簡易代替試験法としてフィルム培地の使用が想定され、混釈法と比較した。一般生菌数は高い相関を示した。腸内細菌科菌群は中程度の相関を示したが、フィルム培地法ではオキシダーゼ陽性菌である *Aeromonas* spp. が定型集落を形成して腸内細菌科菌群として検出されてしまう可能性が考えられた。ふき取り資材の含浸液について、リン酸緩衝生理食塩水と、消毒薬を中和して損傷菌の発育を支持する中和バッファ等を比較したところ、中和バッファの効果は限定的であることが示唆された。

以上より、と畜場・食肉処理施設における環境モニタリングは、施設内汚染の可視化や衛生指導に有用であると考えられた。

A. 研究目的

国内のと畜場ではHACCPに基づく衛生管理が義務化されている。食肉は細菌汚染を受けやすく、調理品のように加熱や消毒等の積極的な殺菌工程がない。そのため食肉の安全性確保には、適切な衛生管理とその検証が必要となる。

食品を扱う環境のモニタリングは、一般衛生管理の確認およびHACCPの検証として有用である。現在、食品製造施設においては、衛生指標菌や病原菌を対象とした環境モニタリングが行われている。病原菌の中でも *Listeria monocytogenes* は、低温で増殖すること、バイオフィルムを形成して食品製造環境に定着し、食品製品を汚染するリスクがあることから、Codex や USDA/FSIS, FDA では調理せずにそのまま喫食する食品を製造する施設において *L. monocytogenes* やその指標菌となる *Listeria spp.* の環境モニタリングを推奨している。

本研究では国内のと畜場および食鳥処理場における環境モニタリングの導入状況を把握し、実際に国内のと畜場、食鳥処理場、食肉処理施設で環境モニタリングを行い、有用性を確認するとともに、効果的な環境モニタリング方法を提案することを目的とした。

B. 研究方法

1) 環境モニタリングに関するアンケート調査

全国食肉衛生検査所協議会の協力を得て、令和5年12月28日～令和6年1月31日に加入検査所111機関を対象に、メールでアンケート「と畜場・食鳥処理場の環境モニタリングの実態調査」を行った。

2) 対象施設と拭き取り検体

2023年～2025年に、食肉衛生検査所5施設(A,B,D,E,F)が担当する、と畜場および食鳥処理場の牛と畜エリア5か所、豚と畜エリア3か所、牛豚と畜エリア2か所、食鳥処理場1エリア、食肉処理施設の牛肉処理処理場1か所、豚肉処理場1か所およびジビエ解体処理施設1施設(C)を対象とした(表1)。

各エリアにおいて環境を4～146検体サンプリングした(表1)。加えて、施設Aの牛エリアで4検体、豚エリアで1検体、施設Bの牛エリアで18検体、施設Cのジビエエリアで4検体、生体の外皮やと畜体をサンプリングした。

3) 環境のサンプリング方法

PBS10 mL で湿らせたスポンジスティック(NEOGEN)、ワイドスペクトラム中和バッファ

ー(WSNB) 10 mL で湿らせたスクラブドット付スポンジスティック(NEOGEN)のいずれかの拭き取り資材を用いて約30×30 cmを拭き取り、冷蔵にて保管および輸送し、25時間以内に試験に供した。

4) 環境モニタリング試験方法

4-1) 衛生指標菌混釈法

含浸液1 mLをPBS 9 mLに分け取り10倍希釈液を作製し、適宜階段希釈を行って、一般生菌数および腸内細菌科菌群を測定した。一般生菌数は標準寒天培地(栄研化学)を用いて混釈し、35℃で48時間培養後に菌数を計測した。腸内細菌科菌群はVRBG寒天培地(Oxoid)で混釈し、37℃、24時間培養した。発育した定型集落を釣菌し、オキシダーゼ試験陰性およびブドウ糖発酵を確認して、菌数を算出した。

4-2) 衛生指標菌フィルム培地法

4-1)と同様に希釈液を作製し、一般生菌数はペトリフィルム 生菌数測定用プレート(ACプレート, NEOGEN)を用いて35℃で48時間培養して菌数を計測した。腸内細菌科菌群はペトリフィルム 腸内細菌科菌群数測定用プレート(EBプレート, NEOGEN)を用いて37℃、24時間培養して計測した。菌数の計測はペトリフィルム プレートリーダー アドバンス(NEOGEN)を用いて行った。一部のEBプレートは測定後、または測定後に冷凍保存後、ガスおよび／あるいは黄色の酸性域に囲まれた赤色の定型集落を釣菌してブドウ糖発酵およびオキシダーゼ陰性の確認を行った。

4-3) リステリア試験法

衛生指標菌試験用に含浸液を分け取った残りの拭き取り容器に、hFB培地(Merck) 90 mLを入れて30℃、25時間培養した。増菌培養液をFB培地(Thermo Fisher Scientific) 10 mLに0.1 mL入れて37℃24時間で培養した。それぞれの増菌培養液をクロモアガーリステリア(関東化学)、PALCAM寒天培地(Merck)に画線塗抹し、37℃48時間まで培養した。発育した定型集落を釣菌し、同定試験を行った。同定試験は、グラム染色後鏡検、カタラーゼ試験、溶血性試験、CAMP試験、運動性試験、ラムノース、キシロース、マンニット、タガトースの炭水化物分解試験による生化学性状試験、API LISTERIA(バイオメリュール)およびリステリア属菌に特異的な *prs* geneを検出するPCR法を組み合わせる菌種同定を行った。分離された *L. monocytogenes* は型別用免疫血清

(デンカ)を用いた血清型別または PCR 血清群別を行った。

5) 牛盲腸内容物からのリステリア分離

施設 B で 2023 年 5 月～7 月に、56 農場の正常畜 102 頭を対象に盲腸内容物を採取した。試料を hFB 培地または UVM 培地を用いて 30℃で 24 時間一次増菌、FB 培地を用いて 35℃で 24～48 時間二次増菌培養し、クロモアガーリステリアに画線塗抹して 37℃で 24～48 時間、Oxford 寒天培地、PALCAM 寒天培地に画線塗抹して 35℃で 24～48 時間培養して分離を行った。得られた定型集落はグラム染色後鏡検、カタラーゼ試験、CAMP 試験、Api Listeria による同定を行った。

6) MLST 解析

分離された *L. monocytogenes* を対象に、パスツール研究所のプロトコールに準じて MLST 解析を行った (<https://bigsdbs.pasteur.fr/listeria/>)。

7) MALDI-TOF MS による菌種同定

昨年度、EB プレートで定型集落を形成したもののおキシダーゼ試験で陽性となった 9 株を対象に、MALDI-TOF MS (Bruker) で同定を行った。スコアが 2.0 以上で、最も高かった菌種を第一候補、次に高かった菌種を第二候補とした。

8) 統計解析

統計解析は EZR Ver. 1.70 を用いて行った。陽性率の比較にはフィッシャーの正確確率検定、2 者間の平均値の比較には t 検定、3 者間の平均値の比較には ANOVA と多重比較を行い、 $p < 0.05$ で有意差ありとした。

C. 研究結果

1) 環境モニタリングに関するアンケート調査

全国食肉衛生検査所協議会加入機関 111 機関のうち、99 機関から回答を得た (回答率 89.2%)。99 機関の担当すると畜場および食鳥処理場施設数は 255 施設であり、そのうち過去に環境モニタリングを実施したことのある施設数は 42 機関 88 施設 (34.5%) であった。88 施設の取扱い動物種は、牛 9 施設、豚 12 施設、牛・豚 33 施設、鶏 32 施設、牛・豚・鶏 2 施設であった。

88 施設中 38 施設 (43.2%) はガイドライン、標準作業所、手順書等を作成していた。初めて環境モニタリングを実施した時期は、2 年以上前が 78 施設、2 年以内が 10 施設であった。環境モニタリングを定期的に行っているかどうかでは、定期的が 33 施設 (37.5%) で、そのうち年 1 回実施は 4 施設、年 2 回以上実施は 29 施設であった。

定期的に行っていないと回答した施設は 55 施設 (62.5%) で、過去実施回数は 1 回が 8 施設、2～3 回が 10 施設、4 回以上が 37 施設であった。

始業前、作業中、終業後のどのタイミングで実施しているかという質問には、始業前と作業中が 27/88 施設 (30.7%) と最も多く、次いで作業中 21/88 施設 (23.9%)、始業前 14/88 施設 (15.9%) の順であった。1 回の環境モニタリングにおけるサンプリング数は、1～100 検体に分布し、最も多いのは 10～14 検体で、全体の平均は 14.7 サンプルであった。モニタリング検査項目は、微生物では一般生菌数が 72 施設 (81.8%) と最も多く、ついで大腸菌群 46 施設 (52.3%)、腸内細菌科菌群 38 施設 (43.2%)、大腸菌 31 施設 (35.2%)、サルモネラ 31 施設 (35.2%)、カンピロバクター 23 施設 (26.1%)、黄色ブドウ球菌 16 施設 (18.2%)、腸管出血性大腸菌 4 施設 (血清群 O157 のみを含む、4.5%)、リステリア・モノサイトゲネスおよびリステリア属菌 2 施設 (2.3%) であり、設問項目に設定したクロノバクターおよび真菌は 0 施設であった。カンピロバクターを実施した 23 施設は全て、サルモネラを実施した 31 施設のうち 23 施設、黄色ブドウ球菌を実施した 16 施設のうち 14 施設は、鶏を扱う施設であった。22 施設ではフィルム培地が使用されていた。また、ATP を実施している施設は 36 施設 (40.9%) であった。

結果について、85/88 施設 (96.6%) が活用できていると回答した。と畜場へのフィードバック方法は、書面連絡、講習会や研修会、口頭連絡のほか、ポスターや掲示物を作成したり、HACCP チーム会議や外部検証連絡会議で報告したりという方法で行われた。

2) と畜場等の環境モニタリング

食肉衛生検査所 6 施設が担当すると畜場等の一般生菌数は $<1 \sim 9.1 \log \text{cfu/mL}$ に分布した (表 2)。7 $\log \text{cfu/mL}$ を超えたのは、A 牛エリアでは処理室床、排水溝、A 豚エリアでは背割機、洗浄機、E 牛エリアではノッキングペン扉、E 豚エリアでは作業台、コンベア、と体誘導バー、F 牛豚エリアでは処理室床、作業台であった。腸内細菌科菌群は $<1 \sim 5.1 \log \text{cfu/mL}$ に分布した (表 2)。3 $\log \text{cfu/mL}$ を超えたのは、A 牛エリアでは排水溝、A 豚エリアでは自動背割機および自動洗浄機、A 牛肉処理場ではカット室コンベア (処理用)、C ジビエエリアでは床、E 牛エリアでは作業台、処理室床、E 豚エリアでは作業台、コンベア、処理室床であった。

Listeria spp.が分離されたのは、A 牛エリアで 4 検体（処理室床、冷蔵庫壁、排水溝）、A 牛肉エリアで 6 検体（床、コンベア、壁）、A 豚肉エリアで 9 検体（コンベア、床、製品冷蔵庫床、サニタリー床）、B 牛等エリアで 35 検体（内臓摘出作業台周辺、枝肉冷蔵庫、内臓冷蔵庫、内臓処理室等）、E 牛エリアで 4 検体（処理室床、ロッキングペン扉、作業台）、E 豚エリアで 1 検体（作業台）、F 牛豚エリアで 2 検体（冷蔵庫床、冷蔵庫取っ手）であった。B 施設では *L. monocytogenes* IIc 等、F 施設の冷蔵庫床からは *L. monocytogenes* 1/2c も分離された（表 3）。F 施設では翌月、冷蔵庫周りを対象に追加モニタリングを行った。その結果 10 検体中 7 検体（冷蔵庫取っ手、冷蔵庫床、冷蔵庫壁、冷蔵庫通路床）から *Listeria* spp.が分離された。

また、A 牛エリアにおいて外皮 2 検体から *L. innocua* を含む *Listeria* spp.、B 牛エリアにおいて外皮 4 検体から *L. monocytogenes* を含む *Listeria* spp.が分離された。

3) 環境由来株および牛外皮由来株の MLST 解析

B 施設で分離された *L. monocytogenes* 17 株の血清群と MLST 型は、生体由来 2 株は IVb/ ST6 および IIa/ ST19、と畜工程由来 6 株は IIc/型別不能 (UT)、副産物処理工程由来 9 株は IIc/UT が 7 株、IIc/ST9 および IVb/ST2 が 1 株ずつであった。IIc/UT 13 株の MLST はいずれも *abcZ* のアリル番号が決定されず、その他 6 ローカスは ST9 と同一で、CC9 であった（表 3）。IIc/UT 13 株は、と畜工程ではクリーンゾーンの内臓摘出作業台、台車、床および内臓コンベアから、副産物処理工程では、内臓処理室床、内臓冷蔵庫の床および台車から異なる日に分離された。と畜工程のクリーンゾーン、副産物処理工程の内臓処理室を通過する内臓冷蔵庫、通路を通過する冷蔵庫は台車が共有されていた。

F 施設から分離された *L. monocytogenes* 株は *lhkA* のアリル番号が決定せず、新規アリルおよびプロファイルを申請し、ST 3370 (CC9, Lineage II) と割り当てられた（表 3）。A 施設の *L. innocua* 2 株は ST2364 であった。E 牛エリアから分離された *L. innocua* は ST1482, ST448 が認められた。内臓コンベア横の床と内臓受け台から分離された *L. innocua* はいずれも ST448 であった。E 豚エリアから分離された株は 3 アリルが決定せずに UT となった。

4) 混釈法とフィルム培地の比較

A 牛肉処理場 10 か所 26 検体（含浸液 PBS）、A 豚肉処理場 9 か所 24 検体（含浸液 PBS）、D 豚エリア 10 か所 10 検体（含浸液 NB）および F 牛豚エリア 21 か所 47 検体（含浸液 NB : 21 検体、PBS : 13 検体、WSNB : 13 検体）を対象に、一般生菌数と腸内細菌科菌群を混釈法とフィルム培地法で比較した。一般生菌数は混釈法とフィルム培地法 ($R^2=0.973$) で強い相関を示した（図 1A）。腸内細菌科菌群 ($R^2=0.687$) は中程度の相関を示した（図 1B）。混釈法とペトリフィルム法で陽性となる検体は有意な関連があった。しかしペトリフィルム法で陽性、混釈法で陰性となった検体が 107 検体中 13 検体存在した。EB プレートから定型集落を釣菌してオキシダーゼ陰性とブドウ糖発酵の確認を試みた。冷凍したプレートでは菌が死滅していたり、オキシダーゼ陽性で腸内細菌科菌群ではないことが確認された集落が存在した。オキシダーゼ陽性の 9 株を MALDI-TOF MS で同定するといずれも *Aeromonas* spp.が第一候補となった。

5) 含浸液による検査結果の比較

含浸液 PBS, NB, WSNB の 3 種類を用いて実施した環境、生体および体の拭取り検体 52 検体（施設 A 混釈法 : 19 検体、施設 E フィルム培地法 : 20 検体、施設 F 混釈法 : 13 検体）を対象に、検査結果の比較を行った。一般生菌数は、含浸液 PBS 検体は $<1-9.1 \log \text{cfu/g}$ 、NB 検体は $1.9-8.8 \log \text{cfu/g}$ 、WSNB 検体は $1.7-8.8 \log \text{cfu/g}$ であった（令和 6 年度報告書表 5）。定量下限値以上の数値が得られた検体は、52 検体中 PBS, NB および WSNB それぞれ 51, 52, 52 検体であり、有意差は認められなかった（令和 6 年度報告書図 3）。腸内細菌科菌群は、含浸液 PBS 検体は $<1-3.6 \log \text{cfu/g}$ 、NB 検体は $<1-5.1 \log \text{cfu/g}$ 、WSNB 検体は $<1-3.9 \log \text{cfu/g}$ であった（令和 6 年度報告書表 5）。定量下限値以上の数値が得られた検体は、52 検体中 PBS, NB および WSNB それぞれ 30, 32, 35 検体であり、有意差は認められなかった（令和 6 年度報告書図 3）。

PBS, NB および WSNB の 3 種類とも定量下限値以上の数値が得られた検体において、PBS 検体に対する NB および WSNB 検体の比率を比較した（令和 6 年度報告書図 3）。一般生菌数では WSNB および PBS 検体が NB 検体と比較して有意に少なかった（令和 6 年度報告書図 3）。腸内細菌科菌群では、有意差は認められなかった。

Listeria spp.は、PBS, NB および WSNB 検体

のそれぞれ 11 検体, 10 検体, 9 検体から分離され, 有意差は認められなかった (令和 6 年度報告書表 6). なお, *L. monocytogenes* が分離されたのは含浸液 NB の検体であった.

6) 牛盲腸内容物からのリステリア分離

施設 B において 56 農場 102 頭中, 5 農場 5 頭から *L. monocytogenes* が, 1 農場 3 頭から *L. innocua* が分離された. *L. monocytogenes* 5 株の血清型は 1/2c/ST9 が 2 株, 1/2a/ST20, 1/2a/ST29, 4b/4e/ST1 がそれぞれ 1 株であった. *L. innocua* 3 株の ST 型は, ST2694 が 2 株, ST1087 が 1 株であった.

D. 考察

食肉衛生検査所が担当すると畜場, 食肉処理施設等の環境検体を対象に, 一般生菌数, 腸内細菌科菌群および *Listeria spp.* の環境モニタリングを行った. その結果, *L. monocytogenes* を含む *Listeria spp.* が冷蔵庫周辺や副産物処理エリア等から分離された. 冷蔵庫はと体がむき出しになっているクリーンゾーンであり, 汚染を受けやすい環境である. と畜場等の環境モニタリングを実施する際に対象とするとよいと考えられた. 牛の外皮や腸管に存在する *L. monocytogenes* が施設を汚染し, 作業員の手指や機械器具, 床や壁などの環境からの水の跳ね返り等で枝肉を汚染する可能性が指摘されている. 今回, 牛の外皮や腸管から *L. monocytogenes* を含む *Listeria spp.* が分離されたことから, 施設を汚染する可能性が示唆された. *L. monocytogenes* および *L. innocua* は MLST 型別が可能であり, 継続してモニタリングを続けることで, 環境における定着の可能性, 汚染の拡大の推定や, 衛生管理の妥当性確認に活用できると考えられた.

Listeria spp. は現在 27 菌種あるが, *Listeria sensu stricto* (狭義のリステリア) と *Listeria sensu lato* (広義のリステリア) に分類される. *Listeria sensu lato* には, 4℃で発育しない等, *L. monocytogenes* の指標とは考えにくい菌種も含まれる. 生化学性状で厳密に *Listeria sensu stricto* と *Listeria sensu lato* を区別することは困難であるが, 運動性試験 (*sensu stricto* はほぼ陽性, *sensu lato* はほぼ陰性) や VP 試験 (*sensu stricto* はほぼ陽性, *sensu lato* はほぼ陰性) を参考に, *sensu stricto* と思われる菌種を対象にすることも検討の余地があると考えられた. なお, 生化学性状で *L. innocua* と同定された株で, MLST

型別で 3 アリルが既報のアリルに該当しなかった株が 1 株存在した. この株は *L. innocua* 以外の *Listeria spp.* である可能性もあると考えられた.

一般生菌数と腸内細菌科菌群はと畜場および食鳥処理場において外部検証における微生物試験の検査対象項目になっている. 一般生菌数は適用範囲が広く, 食品製品の品質と潜在的な腐敗リスクに影響すると考えられており, 環境中において調査することは施設・設備の衛生管理の妥当性確認に有用だと考えられる. 腸内細菌科菌群は環境汚染の指標となる. この両者は一般的に衛生指標菌として用いられており, と畜場や食肉衛生検査所が実施する環境モニタリングの対象として導入しやすいと考えられる.

衛生管理の妥当性確認としての細菌検査は, 第三者認証を受けた代替法の活用も有用である. 食肉衛生検査所においても, 環境モニタリングにフィルム培地を使用しているとアンケートで回答した施設も認められたことから, 混釈法とペトリフィルムを用いたフィルム培地法を同時に行い結果を比較した. と畜場等の拭取り検体において, 一般生菌数は混釈法とフィルム培地法は同等の結果が得られると考えられた. 一方, 腸内細菌科菌群では, 混釈法で陰性であってもフィルム培地法では陽性となった検体が複数認められた. そのため, フィルム培地の集落を釣菌して確認試験を行ったところ, フィルム培地で定型集落を形成して腸内細菌科菌群と判定されても, オキシダーゼ陽性を示す株が含まれることが明らかになった. これらの株は冷凍で容易に死滅し, MALDI-TOF MS で *Aeromonas spp.* と同定された. よって, フィルム培地法は混釈法よりも広い範囲を検出してしまう可能性があるが, *Aeromonas spp.* もまた環境汚染の指標ととらえても差し支えないとも考えられた.

ふき取り資材の含浸液として PBS と環境中に残存する消毒薬を中和して損傷菌の回復を促す NB や WSNB を比較した. WSNB は強酸性の消毒薬等, NB よりもより広範囲の消毒薬を中和可能とされる. いずれもスポンジスティックを湿らせて用いるが, WSNB 含浸製品ではスポンジについているスクラブドットが環境中に形成されたバイオフィルムを破壊して効率的に細菌のサンプリングを可能にするものである. 一般生菌数において, WSNB や PBS は NB よりも少なく測定された. WSNB 含浸スポンジスティックは表面のドットがバイオフィルム破壊には効果的である

反面、ふき取り面に密着しにくく、菌数が少なくなる可能性が考えられた。*Listeria* spp.においてはいずれの含浸液も差は認められなかった。施設の種類や検体数を増やして検証を続ける必要はあるものの、現時点では含浸液に PBS を用いても十分に環境モニタリングは可能であると考えられた。

本研究で複数のと畜場等で一般生菌数、腸内細菌科菌群および *Listeria* spp.の環境モニタリングを行った。その結果、各施設で洗浄・消毒方法や動線の課題が浮き彫りになった。と畜場および食鳥処理場での衛生管理が不十分で食肉や食鳥肉が食中毒細菌に汚染されると、加熱不十分な喫食で食中毒になるリスクが考えられる。また、それらを原料肉として加工、調理する食品製造環境の汚染にもつながる。食肉および食鳥肉からの食中毒リスク低減のために上流での衛生管理が重要である。と畜場等の環境モニタリングは施設の衛生状態を把握し可視化することが可能であり、衛生管理指導における具体的な改善策の提案に活用でき、有用であると考えられた。

E. 結論

と畜場等を対象に実施した環境モニタリングにおいて、一般生菌数および腸内細菌科菌群は外部検証で枝肉表面の微生物検査の項目にもなっていることから導入や比較がしやすいと考えられた。*L. monocytogenes* を含む *Listeria* spp.はと畜場および食肉処理施設等から分離されることが明らかになった。*L. monocytogenes* の遺伝子型別は、施設内での汚染拡大の把握に活用できると考えられた。フィルム培地は、一般生菌数、腸内細菌科菌群と混釈法と相関が高かった。しかし腸内細菌科菌群は混釈法による公定法よりも広い範囲の菌種を検出すると考えられた。ふき取り資材の含浸液が検査結果に与える影響は限定的と考えられた。と畜場等の環境モニタリングは施設の衛生状態を把握し可視化することが可能であり、衛生管理指導における具体的な改善策の提案に活用でき、有用であると考えられた。

G. 研究発表

1. 学会発表

1) 平野 かおり, 安藤 知弘, 下島 優香子, 岡田 由美子. 管内と畜場におけるリステリア属菌の汚染実態調査. 食肉・食鳥肉衛生研究発表会, 2025 年 1 月 23~24 日, 東京.

2) 小野田 伊佐子, 筆谷 麻未, 久永 崇宏, 中江 優貴, 小田 みどり, 渡邊 さつき, 太田 智恵子, 下島 優香子. と畜場の環境モニタリングとその活用について. 第 61 回静岡県公衆衛生研究会, 2025 年 2 月 7 日, 静岡.

3) 下島 優香子, 小田 みどり, 中江 優貴, 小野田 伊佐子, 久永 崇宏, 茂木 啓陽, 小野 亜矢子, 土屋 響己, 上原 さとみ, 岡田 由美子, 森田 幸雄. と畜場・食鳥処理場の環境モニタリングアンケート調査とフィルム培地妥当性確認. 第 168 回日本獣医学会学術集会, 2025 年 9 月 4 日, フェニックス・シーガイア・コンベンションセンター, 宮崎.

4) 平野 かおり, 大竹 令倭, 安藤 知弘, 下島 優香子, 岡田 由美子. 管内と畜場の *Listeria* spp.環境モニタリングの有用性. 令和 7 年度獣医学術東北地区学会, 2025 年 10 月 9 日, 秋田キャッスルホテル, 秋田.

5) 藤川 達也, 杉山 英視, 小野田 伊佐子, 長谷川 久, 渡邊 さつき, 太田 智恵子, 下島 優香子. 食肉処理施設の衛生状態の調査について. 第 62 回静岡県公衆衛生研究会, 2026 年 2 月 10 日, 静岡県コンベンションアーツセンター「グランシップ」, 静岡.

2. 市民向け説明会

1) 下島 優香子. 食中毒を引き起こす細菌とその予防法. 三鷹市市民大学事業一般教養コース「むらさき学苑」, 2025 年 11 月 4 日, 三鷹市生涯学習センターホール, 約 130 名.

3. 業界関係者向け説明会

1) 下島 優香子. 大量調理施設衛生管理マニュアルの正しい理解と活用. 新宿区保健所特定給食施設等オンライン管理講習会, 2024 年 11 月, オンライン, 約 300 名.

2) 下島 優香子. 給食施設における衛生管理と食中毒予防. 北区保健所特定給食施設栄養管理講習会, 2026 年 3 月 5 日, 約 60 名.

4. その他

1) 下島 優香子. 共同研究に関する研究報告及びリステリアの衛生管理について. 相模原市生活衛生課食品衛生班保健所職場研修, 2025 年 2 月 19 日, ウェルネスさがみはら 7 階視聴覚室, 相模原市, 約 30 名.

2) 下島 優香子. 「食中毒」. 中学／高校保健ニュース 2025 年 6 月 18 日号, 少年写真新聞社, 2025 年 6 月 18 日, 監修.

3) 下島 優香子. 「食中毒の予防と対処」. 中学

／高校保健ニュース 2025 年 6 月 18 日号付録「ほ
けん通信」, 少年写真新聞社, 2025 年 6 月 18 日,
監修.

4) 下島 優香子. 「食中毒の予防や対処について」.
中学／高校保健ニュース 2025 年 6 月 18 日号解
説付録, 少年写真新聞社, 2025 年 6 月 18 日, 執
筆.

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

表1 と畜場等のモニタリング検体

A 環境検体

拭取り日	施設	種類	検体数	拭取り場所	含浸液	拭取り面積	指標菌検査法
2023年11月15日	A	牛	15	処理室床、冷蔵庫床、冷蔵庫壁、背割機、シンク、排水溝	PBS, NB, WSNB	30×30cm	混釈法
2023年11月1日	A	豚	19	コンベア、スキナー、自動背割機、自動洗浄機、冷蔵庫床、冷蔵庫壁	PBS, WSNB	30×30cm	混釈法
2025年8月22日	A	牛肉	26	食肉処理施設：壁、床、コンベア、まな板、包丁、副産物コンテナ、製品冷蔵庫床、サニタリー床、サニタリードア取っ手	PBS	30×30cm	混釈法、フィルム培地
2025年8月22日	A	豚肉	24	食肉処理施設：壁、床、コンベア、まな板、包丁、製品冷蔵庫床、サニタリー床、サニタリードア取っ手	PBS	30×30cm	混釈法、フィルム培地
2024年4～7月	B	牛	15×3回	作業台、コンベア、排水溝、処理室床、台車等	WSNB	30×30cm	
2025年5～6月	B	牛等	146	と畜（牛）：床、壁、コンベア、グレーチング等、枝肉保管：床、壁等、枝肉加工：床、壁、コンベア等、副産物処理：床、台車等	WSNB	30×30cm	
2024年10月22日	C	ジビエ	26	床、壁、ナイフ、作業台、取っ手、コンベア、作業靴底等	PBS（綿棒タイプ）	10×10cm	フィルム培地
2024年11月25日	D	牛	10	昇降台、作業台、鋸、冷蔵庫取っ手付近	NB	30×30cm	フィルム培地
2025年1月16日	D	豚	10	スキナー、鋸、リフト、消毒器、冷蔵庫取っ手付近	NB	30×30cm	混釈法、フィルム培地
2024年11月27日	E	牛	10	ノッキングベン扉、作業台、処理室床、昇降台、コンベア、内臓処理場まな板	PBS, NB, WSNB	30×30cm	フィルム培地
2024年11月27日	E	豚	10	作業台、コンベア、と体誘導バー、処理室壁	PBS, NB, WSNB	30×30cm	フィルム培地
2025年1月20日	F	牛豚	7	処理室床、作業台、排水溝、冷蔵庫取っ手、冷蔵庫床、冷蔵庫壁	NB, 一部PBS, WSNB	10×10cm	混釈法、フィルム培地
2025年1月20日	F	食鳥	4	作業台、シャックル、コンベア、冷蔵庫取っ手	NB, 一部PBS, WSNB	10×10cm	混釈法、フィルム培地
2025年2月17日	F	牛豚	10	冷蔵庫取っ手、冷蔵庫床、冷蔵庫壁、冷蔵庫通路床	NB, 一部PBS, WSNB	30×30cm	混釈法、フィルム培地

B 生体および体検体

拭取り日	施設	種類	検体数	拭取り場所	含浸液	拭取り面積	指標菌検査法
2023年11月15日	A	牛	4	生体外皮、枝肉	PBS, NB, WSNB	30×30cm	混釈法
2023年11月1日	A	豚	1	と体	PBS, WSNB	30×30cm	混釈法
2025年5～6月	B	牛	18	生体外皮	WSNB	30×30cm	
2024年10月22日	C	ジビエ	4	枝肉	PBS（綿棒タイプ）	10×10cm	フィルム培地

表 2 と畜場等の環境モニタリング結果

施設	種類	検体数	一般菌数 (log cfu/mL)	腸内細菌科菌群数 (log cfu/mL)	<i>Listeria</i> spp. 陽性検体数	<i>Listeria</i> spp. 陽性検体
A	牛	15	1.5-9.1	<1-4.3	4	処理室床2、冷蔵庫壁1、排水溝1
A	豚	19	<1-7.8	<1-4.3	0	
A	牛肉	26	<1-5.9	<1-3.4	6	床3、コンベア2、壁1
A	豚肉	24	<1-5.9	<1-3.0	9	コンベア5、床2、製品冷蔵庫床1、サニタリー床1
B	牛	15×3回	NT ^{a)}	NT	0	
B	牛等	146	NT	NT	35 ^{b)}	と畜：クリーンゾーン内臓摘出作業台周辺・床・台車・内臓コンベア6 ^{c)} 、懸肉室1 枝肉保管：豚枝肉冷蔵庫3、冷蔵庫内通路2、枝肉出荷口2 副産物処理：内臓冷蔵庫16 ^{c)} 、内臓処理室3 ^{c)} 、豚頭冷蔵庫1 その他：長靴置場
C	ジビエ	26	<1-4.8	<1-3.4	0	
D	牛	10	3.6-6.8	<1-1	0	
D	豚	10	3.5-6.0	<1-2	0	
E	牛	10	4.0-7.3	<1-5.1	4	処理室床2、ノッキングペン扉1、作業台1
E	豚	10	3.0-8.2	<1-3.7	1	作業台1
F	牛豚	7	2.6-7.4	<1-2.9	2 ^{c)}	冷蔵庫床1 ^{d)} 、冷蔵庫取っ手1
F	食鳥	4	<1-6.5	<1-2.9	0	
F	牛豚	10	2.0-6.3	<1-1.3	7	冷蔵庫取っ手3、冷蔵庫床2、冷蔵庫壁1、冷蔵庫通路床1

a)NT: 検査せず

b)うち15検体から *L. monocytogenes* 分離

c)うち1検体から *L. monocytogenes* 分離

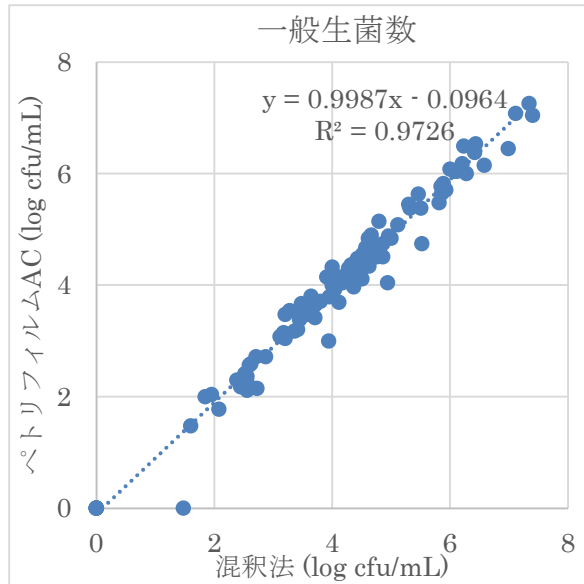
d) *L. monocytogenes* 陽性検体を含む

表 3 環境由来株および牛外皮由来株の MLST 解析

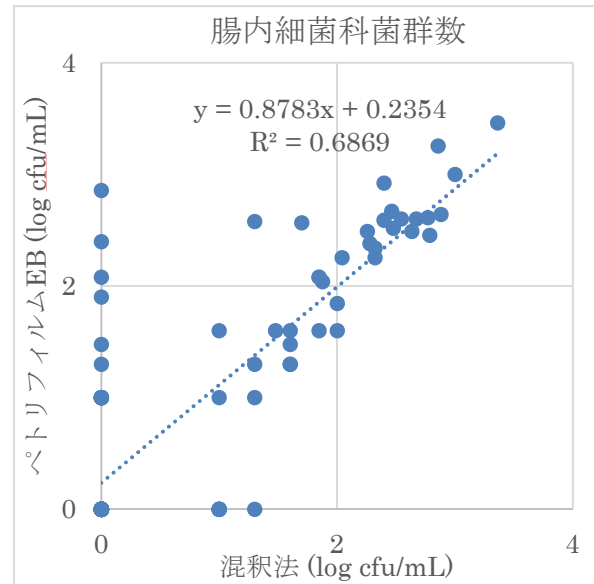
菌種	施設	種類	検体	菌株数	MLST		血清型	血清群
					CC	ST		
<i>L. monocytogenes</i>	B	牛豚	副産物処理、内臓摘出作業台周辺	13	9	未決	II	IIc
	B	牛豚	副産物処理	1	9	9	II	IIc
	B	牛豚	副産物処理	1	2	2	I	IVb
	B	牛	外皮	1	6	6	I	IVb
	B	牛	外皮	1	19	19	II	IIa
	F	牛豚	冷蔵庫床	1	9	3370 ^{a)}	II	1/2c
<i>L. innocua</i>	A	牛	外皮 (処理序盤)、(処理中盤)	2	2364	<i>L. innocua</i>		
	E	牛	処理室床 (架台下)	1	1482	<i>L. innocua</i>		
	E	牛	処理室床 (内臓コンベア横)、作業台 (内臓受け台)	4	448	<i>L. innocua</i>		
	E	豚	作業台 (内臓摘出台)	1	UT			

a) 新規登録

A



B



		フィルム培地法	
		陽性	陰性
混釈法	陽性	35	6
	陰性	13	53

図 1 混釈法とフィルム培地法の比較

A 一般生菌数 B 腸内細菌科菌群

令和 5-7 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）

総括分担研究報告書

「と畜・食鳥処理場における HACCP の検証及び
食肉・食鳥肉の衛生管理の向上に資するための研究」

HACCP 検証の評価手法に関する研究

研究分担者 小関成樹

北海道大学大学院農学研究院

研究要旨：と畜場・食鳥処理場における HACCP に基づく衛生管理状況の妥当性を検証するための評価方法を、全国自治体からの調査結果と国際的な動向を踏まえて構築することを目的とする。過去 3 カ年分の全国各地の牛とたい、豚とたい、および食鳥とたいにおける外部検証微生物試験結果を解析し、施設間、季節間、年次の変動を考慮した工程管理目標の提示を試みた。各とたいにおける一般生菌数、腸内細菌科群数の傾向を把握することができ、さらに、食鳥とたいにおいてはカンピロバクターの定量データが蓄積されたことで、諸外国の基準との比較検討から、工程管理目標を提示した。また、過去 2 カ年分の全国各地の牛とたいにおける外部検証微生物試験結果を解析し、施設の種別による衛生管理状態の違いを検討した。その結果、対米輸出向けの施設においては、国内出荷向けの施設よりも一定程度高い水準での衛生管理がなされていたものと推察された。現状での高い水準での衛生管理体制での運用が可能であるならば、外部検証用データの取得間隔を延長しても問題ないと考えられる。

A. 研究目的

本分担研究課題では、と畜場・食鳥処理場における「HACCP に基づく衛生管理」の実施状況の妥当性を検証するための評価検証方法を、全国自治体からの調査結果と国際的な動向を踏まえて構築することを目的とする。各事業者あるいは自治体等が自ら検証を簡易に実施可能とする評価システムを提供することを目的としている。

過去 3 カ年の全国のと畜場・食鳥処理場の細菌検査データを統合精査して、と畜場・食鳥処理場の衛生管理状態を把握可能とするデータ評価の素案を作成することを目的とした。

さらに、過去 3 カ年の全国のと畜場の細菌検査データを統合精査して、と畜場の取引先の違いと衛生管理状態との関係を明らかにする

ことを目的とした。

B. 研究方法

1. 国内施設での現状の検査状況の把握

R2～R4 年度に各自治体から報告がなされた日本国内のと畜場・食鳥処理場における微生物検査データの傾向を分析し、季節変動や年次変動を検討したうえで、適切な衛生管理の実施状況を推定した。

2. 施設毎での衛生管理状態の比較

R2～R4 年度に各自治体から報告がなされた日本国内の牛と畜場における微生物検査データの傾向を分析し、取引先の違い（対米輸出向け、対台湾・シンガポール向け、国内向け）によって、で、衛生管理の実態に差異があるの

かを検証した。

C. 結果

1. 牛とたいにおける外部検証（微生物試験）の結果概要

3カ年（R2-R4 年度）にわたる牛肉の菌数検査結果（ $n = 9,745$ ）、一般生菌数の平均値は $2.32 \pm 0.96 \log \text{CFU/cm}^2$ であり、95 パーセンタイル（平均値+2 標準偏差）である概ね $4.0 \log \text{CFU/cm}^2$ 以下が適正な目安と推定された。腸内細菌科群数の全体平均は $0.78 \pm 0.43 \log \text{CFU/cm}^2$ であり、95 パーセンタイル（平均値+2 標準偏差）である概ね $2.0 \log \text{CFU/cm}^2$ 以下が適正な目安と推定された（図 1）。

季節変動を検討したが、一般生菌数および腸内細菌科群数ともに変動は認められず、ほぼ一定の値を示した。

2. 豚とたいにおける外部検証（微生物試験）の結果概要

3カ年（R2-R4 年度）にわたる豚肉の菌数検査結果（ $n = 10,700$ ）一般生菌数の全体平均値は $2.64 \pm 0.81 \log \text{CFU/cm}^2$ であり、95 パーセンタイル（平均値+2 標準偏差）である概ね $4.0 \log \text{CFU/cm}^2$ 以下が適正な目安と推定された。腸内細菌科群数の全体平均値は $0.90 \pm 0.53 \log \text{CFU/cm}^2$ であり、95 パーセンタイル（平均値+2 標準偏差）である概ね $2.0 \log \text{CFU/cm}^2$ 以下が適正な目安と推定された（図 2）。

季節変動を検討したが、一般生菌数および腸内細菌科群数ともに変動は認められず、ほぼ一定の値を示した。

3. 食鳥とたいにおける外部検証（微生物試験）の結果概要

3カ年（R2-R4 年度）にわたる鶏肉の菌数

検査結果（ $n = 6,064$ ）、全体の一般生菌数の平均値は $3.91 \pm 0.89 \log \text{CFU/cm}^2$ であり、95 パーセンタイル（平均値+2 標準偏差）である概ね $5.5 \log \text{CFU/cm}^2$ 以下が適正な目安と推定された。腸内細菌科群数の全体平均値は $2.55 \pm 0.94 \log \text{CFU/cm}^2$ であり、95 パーセンタイル（平均値+2 標準偏差）である概ね $4.0 \log \text{CFU/cm}^2$ 以下が適正な目安と推定された（図 3）。

季節変動を検討したが、一般生菌数および腸内細菌科群数ともに変動は認められず、ほぼ一定の値を示した。

4. 食鳥とたいのカンピロバクター定量試験成績

3カ年（R2-R4 年度）にわたる鶏肉の *Campylobacter jejuni* 菌数検査結果（ $n = 2,651$ ）、全体の平均菌数（+SD）は $0.58 \pm 0.97 \log \text{CFU/g}$ であった。

49 検体（2.8%）は欧州で達成目標値とされる $3.0 \log \text{CFU/g}$ を超過していた。年間を通じてのカンピロバクター数の変動（明確な季節変動）は認められなかった（図 4）。

5. 施設毎での衛生管理状態の比較

2カ年分（R3-R4 年度）の牛肉の菌数検査結果を用いた。対象施設の内訳は対米輸出向けの施設 16、対台湾・シンガポール向けの施設 9、国内向けの施設 98 であった

R3 年度の結果では、一般生菌数の中央値が対米輸出向け施設は $1.64 \log \text{CFU/cm}^2$ （ $n = 555$ ）、対台湾・シンガポール向けは $2.32 \log \text{CFU/cm}^2$ （ $n = 310$ ）、国内向けは $2.40 \log \text{CFU/cm}^2$ （ $n = 2916$ ）であった（図 5）。対米輸出向けの施設における一般生菌数のレベルが若干低いことが明らかとなった（統計的には有意な差はない）。一方、腸内細菌科群数は施設の種別によらず、いずれも中央値で $0.60 \log$

CFU/cm²であった。

同様に R4 年度の結果は、一般生菌数の中央値が対米輸出向け施設は 1.73 log CFU/cm² (n = 895)、対台湾・シンガポール向けは 2.35 log CFU/cm² (n = 730)、国内向けは 2.38 log CFU/cm² (n = 5095) であった (図 6)。R3 年度と同様に、対米輸出向けの施設における一般生菌数のレベルが若干低いことが明らかとなった (統計的には有意な差はない)。一方、腸内細菌科群数は施設の種別によらず、いずれも中央値で 0.61 log CFU/cm² で、こちらも R3 年度の結果と同様であった。

年度間での差は認められなかったことから、概ね施設毎では安定した衛生管理がなされていたものと推察できる。

D. 考察

牛肉、豚肉、鶏肉の一般生菌数、腸内細菌科群数いずれについても、年次変動、季節変動なく、それぞれほぼ一定範囲内の値に収まっていることが確認された。牛肉、豚肉、鶏肉のいずれにおいても、生産現場の衛生状態の上限指標として 95 パーセンタイル (≒「平均値 + 2 標準偏差」) が一つの目安となる。上記の衛生状態の指標を連続して超えるような状態は望ましくなく、処理工程に何らかの仕組み上の問題がある可能性を疑う。一時的に異常な (高い) 値が出たとしても、それが連続するものでなければ、なんらかの偶発的な汚染の結果であり、問題視する必要はない。

食鳥肉の直接的な危害要因であるカンピロバクターの定量的汚染状況は衛生指標菌定量試験成績によっては判断できないことが相関性解析を通じて示され、カンピロバクター定量試験を実施する必要性が提起されたと考えられる。

欧州の食鳥処理場で工程管理の達成目標とされるカンピロバクターが鶏皮 1g あたり 3.0

log CFU/g は、3 カ年の検査結果からも妥当な基準であることが確認され、多くの施設では適切な管理運営がなされていることが示された。今後も継続して、モニタリングを含めて管理運営していくことで確実な安全管理へとつながる。微生物試験報告様式については、カンピロバクター試験成績報告様式に含まれる鶏種や処理方式、更に年間処理羽数の情報を含めていくことで、施設毎の試験検体数や試験頻度の設定を検討することが可能になると思われる。

比較可能な 2 カ年分 (R3 と R4 年度) の検査データを精査した結果、対米輸出向けの施設においては、国内出荷向けの施設よりも一定程度高い水準での衛生管理がなされていたものと推察された。しかしながら、対台湾・シンガポール向けの施設や、国内向け施設においても低菌数レベルでの出荷を維持できていることも確認できた。

現状では 1 ヶ月毎に外部検証用のデータとして検査を実施しているが、現状の衛生管理体制が維持されるのであれば、検証用データの取得間隔は、3 ヶ月あるいは 6 ヶ月毎としても問題ないと考えられる。

E. 結論

汚染実態調査結果を踏まえた、牛、豚、鳥における一般生菌数、腸内細菌科群数の工程管理目標値として、各とたいでの基準値 (通年平均 + 2SD) を提案する。また、食鳥とたいにおいては、カンピロバクター数の工程管理目標案として、通年平均 + 2SD (2.6 log) あるいは 欧州基準 3.0 log が妥当であると考えられた。

対米輸出向けの牛と畜施設においては、国内出荷向けの施設よりも一定程度高い水準での衛生管理がなされていたものと推察された。現状での高い水準での衛生管理体制での運用が可能であるならば、外部検証用データの取得間

隔を延長しても問題ないと考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 学会発表

1) Koseki S. Verification of HACCP in poultry slaughterhouses in Japan: A result of microbiological survey of facilities in Japan during 2020–2022. IAFP 2025, 2025年7月30日, Cleveland, USA.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

3カ年（R2-R4 年度）牛肉の菌数分布結果（n = 9,745）

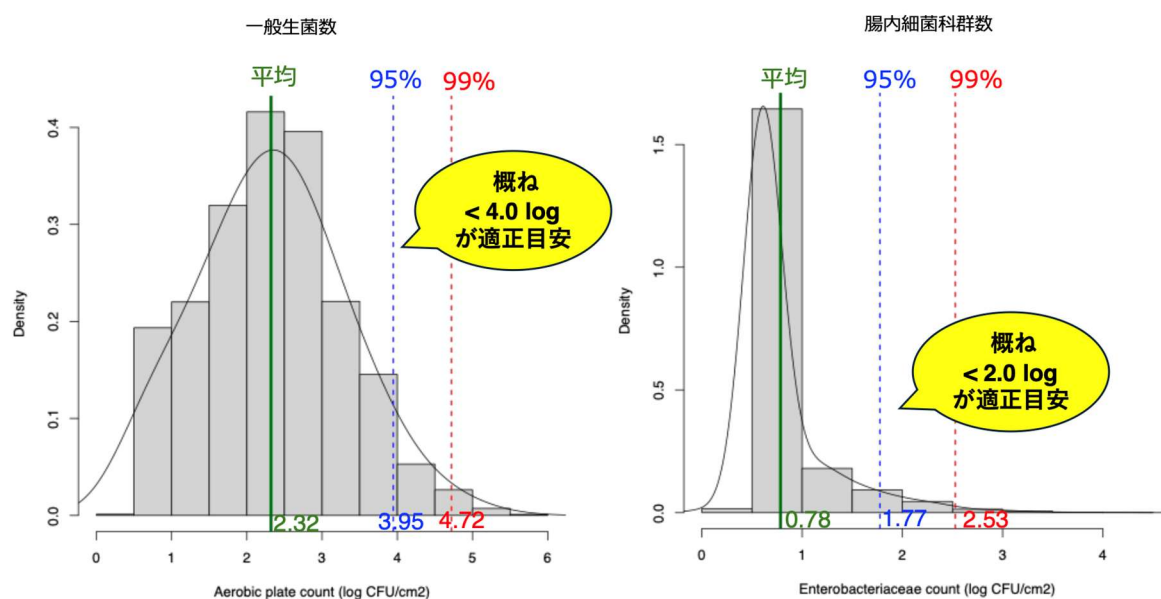


図1 3カ年（R2-R4 年度）にわたる牛とたいにおける外部検証（微生物試験）の結果

3カ年（R2-R4 年度）にわたる豚肉の菌数検査結果（菌数分布、n = 107,00）

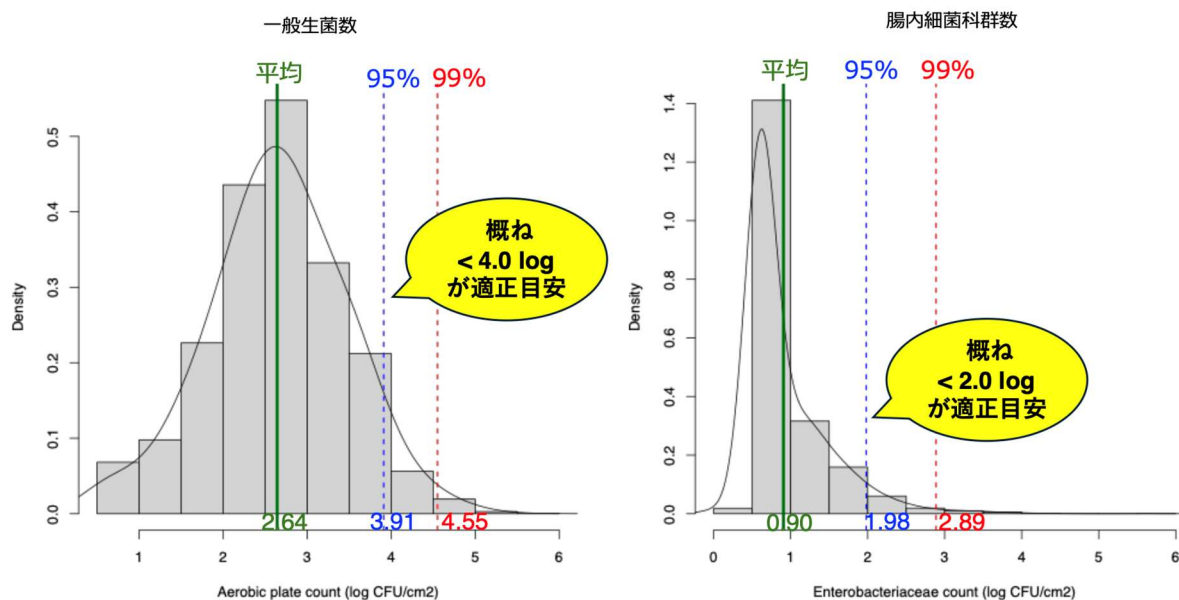


図2 3カ年（R2-R4 年度）にわたる豚とたいにおける外部検証（微生物試験）の結果

3カ年（R2-R4 年度）にわたる鶏内の菌数検査結果（菌数分布、n = 6,064）

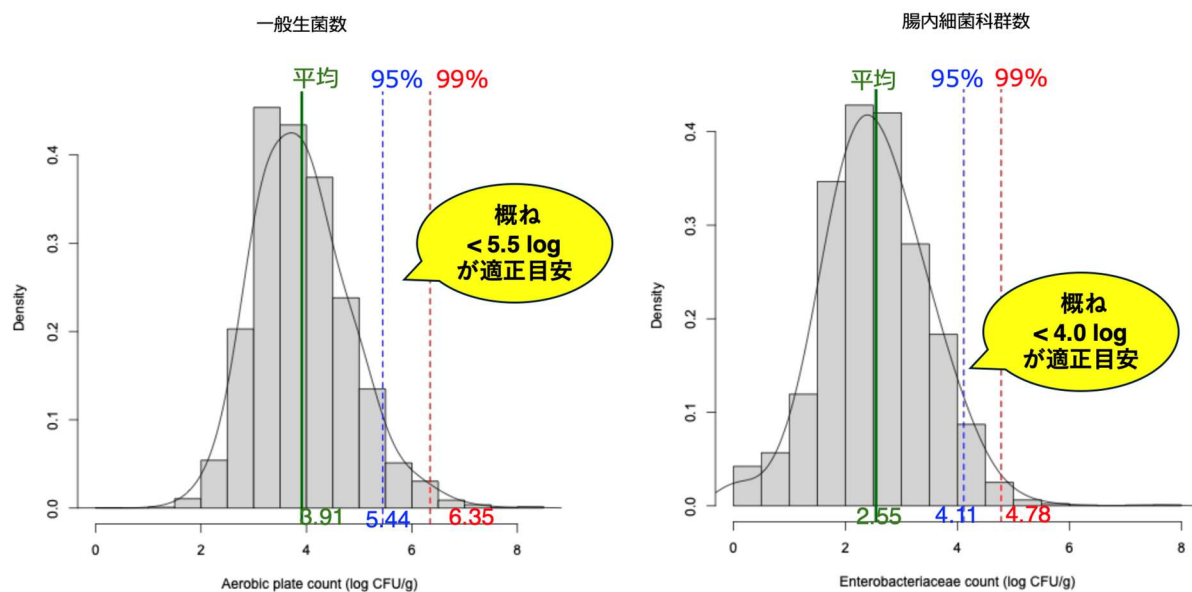


図3 3カ年（R2-R4 年度）にわたる鳥とたいにおける外部検証（微生物試験）の結果

3カ年（R2-R4年度）にわたる鶏内の *Campylobacter jejuni* 菌数分布（n = 2,651）

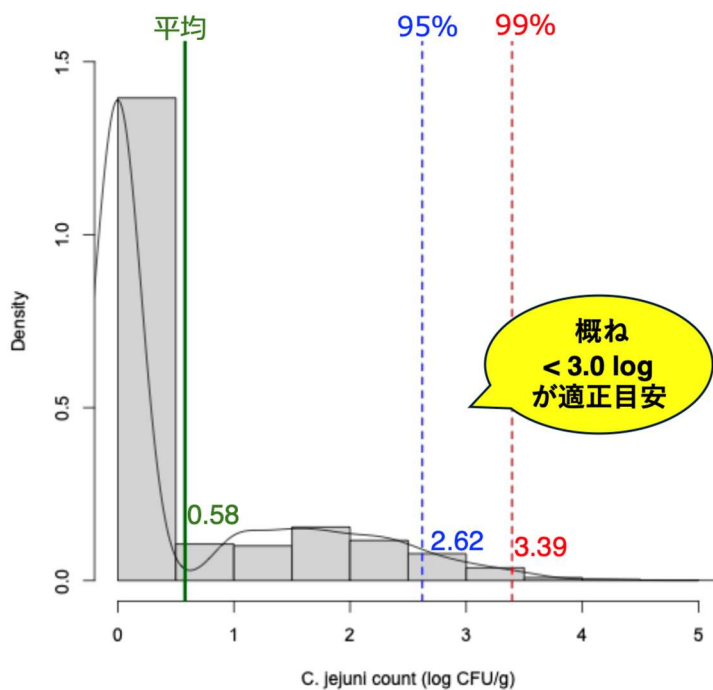


図4 3カ年（R2-R4 年度）にわたる鳥とたいにおける *Campylobacter jejuni* 菌数検査結果

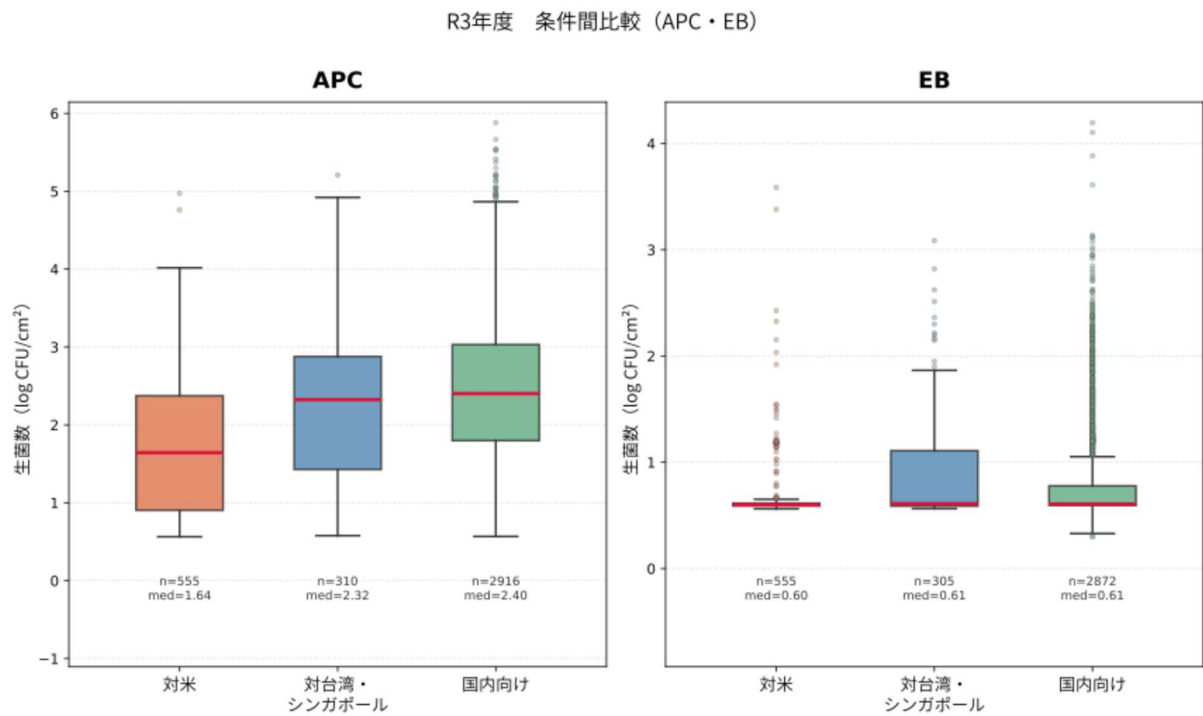


図5 R3 年度 牛とたいにおける外部検証（微生物試験）の結果 施設の種別毎での比較

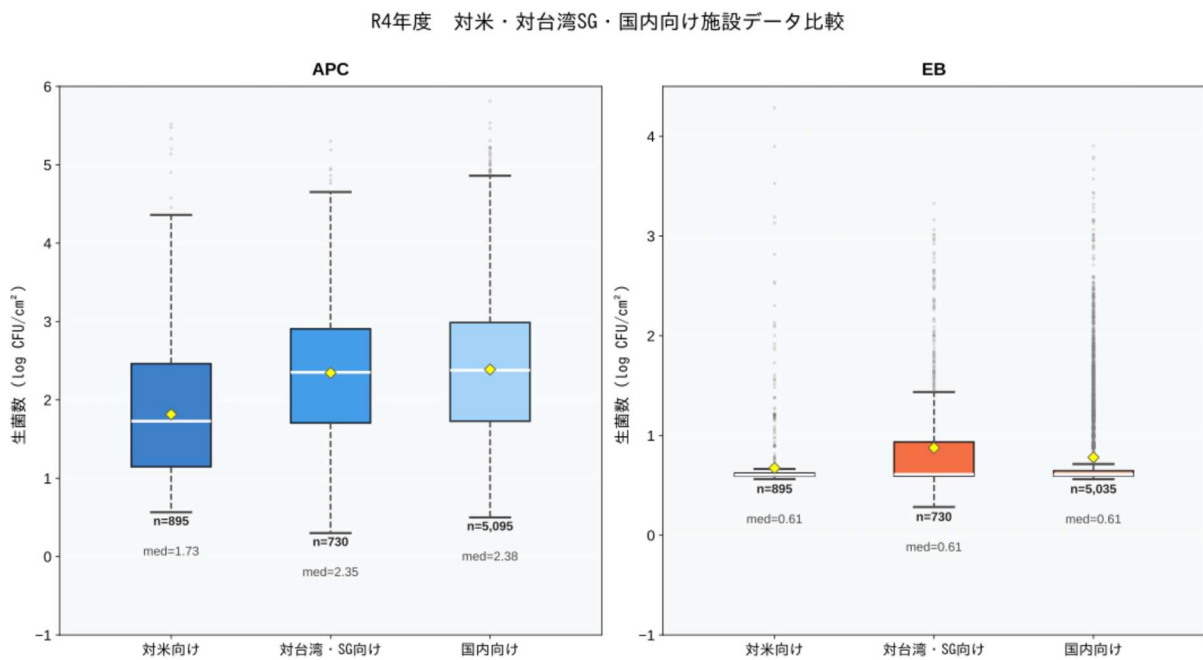


図6 R4 年度 牛とたいにおける外部検証（微生物試験）の結果 施設の種別毎での比較

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Akaike H, Nagai M, Okamoto A. T., Morita Y.	Food safety, livestock health, and productivity of a farm fattening Japanese black cattle following implementation of a certificated Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system.	Journal of Veterinary Medical Science	85(9)	985-989	2023.
Hassan J., Awasthi S. P., Hatanaka N., Hoang P. H., Nagita A., Hironaka A., Faruque S. M., Yamasaki S.	Presence of functionally active cytolethal distending toxin genes on a conjugative plasmid in a clinical isolate of <i>Providencia rustiganii</i> .	Infection and Immunity	91(6)	e00121-22	2023.
李 榕真, 田内 春香, 安達 悠太, 永田 栞, 渡邊 哲史, 大石 和樹, 岡谷 友三, アレシヤンドレ, 下島 優香子, 森田 幸雄	市販鶏肉のカンピロバクター・サルモネラ汚染と衛生指標菌数との関連性	日本食品微生物学会雑誌	41(3)	103-112	2024.

Akaike H, Nagai M, Okamoto A, Katani Alexandre Tomomitsu, Boonmar S, Morita Y.	Food safety, swine health, and productivity of a farrow-to-finish swine farm following implementation of a certified HACCP system in Japan.	Thai Journal of Veterinary Medicine	54(1)	91-95	2024.
Obi O. J., Hinenoya A., Awasthi S. P., Hatanaka N., Faruque S. M., Yamasaki S.	Wild raccoons (Procyon lotor) as a potential reservoir of cytotoxic distending toxin-producing Providencia strains in Japan.	Microbiology Spectrum	13(4)	e02616-24	2025.
赤池 洋, 長井 誠, 森田幸雄.	乳用牛, 肉用牛, 養豚農場における農場 HACCP 導入後の家畜・畜産物の安全性と生産性	日本獣医師会雑誌	受理	印刷中	2026
森田幸雄	と畜場・食鳥処理場から生産される食肉等の衛生状況の推移及び衛生管理計画に関する研究	日本食品微生物学雑誌	43(1)	1-11	2026
森田幸雄	日本のと畜場・食鳥処理場における衛生管理計画の現状と課題	獣医公衆衛生研究	28 (2)	14-18	2026
森田幸雄	野生動物を食卓へ ジビエの安全と制度の整備	vesta	141	50-53	2026