

令和2年度厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）
「と畜・食鳥処理場における HACCP 検証方法の確立と
食鳥処理工程の高度衛生管理に関する研究」
分担研究報告書

生食用食鳥肉における微生物汚染実態と工程管理実態との関連性探知に向けた研究

研究分担者	朝倉 宏	国立医薬品食品衛生研究所	食品衛生管理部
研究協力者	山本詩織	国立医薬品食品衛生研究所	食品衛生管理部
研究協力者	町田李香	国立医薬品食品衛生研究所	食品衛生管理部

研究要旨：南九州地方の自治体では独自に生食用食鳥肉の製造加工、流通消費に至る工程での衛生管理ガイドラインを作成し、その安全確保に努めている。先行研究では、同地域で生食用食鳥肉を製造加工する大規模及び認定小規模食鳥処理場における工程管理実態を調査し、特に認定小規模食鳥処理場での安全性確保に資するための要件を整理した。本年度は21の小規模施設（中抜き方式14施設、外剥ぎ方式7施設）で製造加工・販売された210検体の生食用食鳥肉製品を冷凍下で入手し、大規模2施設で製造加工された20検体とともに衛生指標菌定量試験を行い、これらの施設での工程管理情報と紐づけすることで一般衛生管理の多様性を評価し、特に小規模施設で留意すべき工程管理条件を整理した。また、大規模食鳥処理場で中抜き処理された丸とたいが近年生食用に加工する小規模施設への出荷量が増加傾向にあるとの実態を鑑み、同施設で処理された中抜き丸とたいの冷蔵保存条件に関する調査を行った。生食用食鳥肉製品検体における衛生指標菌検出状況として、大腸菌は23施設で製造加工された製品のうち、13施設由来57検体（24.8%）より検出され、全体の平均菌数は0.48 log CFU/gであった。これら陽性検体の由来となった施設の処理方式は中抜き方式施設が11施設、外剥ぎ方式施設は2施設であった。ロジスティック回帰分析を通じ、焼烙条件のうち、焼烙時間は外剥ぎ・中抜き方式間の比較解析を通じ、外剥ぎ方式施設は中抜き方式施設に比べ、有意に衛生指標菌数分布が低い状況にあった。中抜き方式施設のうち、大腸菌が全検体陰性または低頻度の検出状況を示した施設では中抜き工程で、頸部を切開しそ嚢及び食道（そ嚢と筋胃間）を摘出した後に総排泄口周辺を切開し、腸管等を摘出する手順が取られていた。一方、高い大腸菌数を示した検体の処理施設では、先に総排泄口周辺部を切開する、あるいは頸部切開は同様に先に行うものの、食道を含めた全ての内臓を総排泄口付近の切開部位から摘出する等の手順が見受けられた。中抜き方式施設での工程のうち、表面焼烙条件と微生物検出状況を照合することにより、焼烙時間の延長や火炎長（バーナーと対象とたいの距離）の短縮は糞便汚染指標菌数の低減に資すると示唆され、30 cm未満の火炎長で2分以上の焼烙を行うことは糞便汚染指標菌不検出に向けた目安となるものと考えられた。大規模食鳥処理場で処理された食鳥中抜きとたいの保管時間を検証したところ、冷蔵2日後に平均4.20 log CFU/gであった一般細菌数は5日後には5.70 log CFU/g、7日後には7.50 log CFU/gへと経時的な増殖を示した。糞便汚染指標菌数の経時的増殖は認められなかったが、冷蔵7日後の1検体からはサルモネラ属菌が検出され、当該施設での保管期間は概ね5日以内が妥当な範囲と考えられた。また、これを受け入れる小規模施設での温度管理に関して、9施設から回答が得られ、何れも10°C以下の管理を行っていることが確認された。但し、一部の施設では食鳥とたいの冷蔵保管庫が製品等と共用されている可能性が示唆され、これらの調査を行う必要があると思われた。

A. 研究目的

国内で発生する食中毒のうち、カンピロバクターによる食中毒は、細菌性食中毒の中で最多

の発生数を示す。2020年に発生した食中毒の事件数及び患者数はそれぞれ887件、14,613名であったが、カンピロバクターによるものは

このうちの 20.5% (182 件)、6.2% (901 名) を占めており、その発生低減は社会的な課題の一つと認知されている。

カンピロバクターによる食中毒の発生要因の多くは不明ではあるが、原因が特定または推定された事例においては、生食あるいは加熱不十分な食鳥肉料理が占める割合が極めて高い状況が近年続いている。

一般的に、国内に流通する食鳥肉は加熱用として食鳥処理場で解体処理され、その後、食肉処理施設で加工される場合が殆どではあるが、南九州地域では従前より生食用食鳥肉（いわゆる鳥刺し）が同地域の食習慣の中に根付き、流通消費されている。一方、近年の食中毒原因食品として取り上げられている、生食形態で提供される食鳥肉料理の多くは、他地域で同様に鳥刺し等として飲食店等で提供されているものの、これらの多くは加熱用食鳥肉として製造加工されたものを飲食店等が転用する形で受け入れ、表面を湯引きや炙りの調理を経て提供される場合が多いことがこれまでの調査により明らかとなっている。

南九州地域では、上述の加熱用として製造加工される食鳥肉に加え、生食用として製造加工される食鳥肉も存在する。後者の製造加工にあたっては、生食用を前提とした高度な衛生管理が前提となるため、管轄自治体等の監視指導の下でガイドラインが作成・運用されており、加熱用食鳥肉とは異なる工程を経ている。同地域での生食用食鳥肉の製造加工に関する知見の集積並びに整理は、国内で嗜好性の高い生食用としての食鳥肉料理の安全性確保を支える上で重要な課題と考えられたことから、先行研究では、計 60 施設の小規模施設での工程管理実態を調査し、とたい表面焼烙条件、器具の洗浄消毒頻度、加工所要時間、保存温度条件等、中抜き方式の施設ではこれらに加え、内臓摘出手順、と体内腔焼烙等が施設間で大きく異なる管理要件として抽出されている。同調査結果から、

今後衛生管理の更なる向上を図る上で注視すべき工程や管理手法が見出されたが、微生物汚染制御との関わりを明確に示す根拠は十分とはいえない状況であった。

以上の点を踏まえ、本研究では南九州地域に所在する小規模施設で製造加工された生食用食鳥肉製品検体入手し、それらを微生物試験に供した上で、各施設における工程管理実態との関連性を探索することで、微生物制御の観点から特に注視すべき工程や管理手法を提言することを目的として検討を進めた。また、生食用として、大規模食鳥処理場で処理される中抜き食鳥とたいは、生食用食鳥肉を加工する小規模施設への出荷量が近年増加傾向にある。こうした食鳥とたいを生食用食鳥肉製品に加工する上では、食鳥とたいの温度管理条件の精査が必要と考えられたことから、大規模食鳥処理場の協力を得て、現行の食鳥とたい保存条件を確認すると共に、同一ロットの食鳥とたいを異なる時間冷蔵保存し、それぞれを微生物試験に供することで、その検証を行った。

B. 研究方法

1. 生食用食鳥肉製品

南九州地方で生食用食鳥肉を加工販売する小規模施設のうち、昨年度工程管理実態調査対象となった 19 施設及び大規模 2 施設より、生食用食鳥モモ肉製品を購入し、冷凍状態で当所に搬入した。

2. 生食用食鳥肉製品に対する微生物試験

1) 衛生指標菌定量検出試験

各検体の皮部分 25g を採材し細切後、緩衝ペプトン水 (BPW) 225ml に加え、1 分間ストマッキング処理を行った。同懸濁液 (検体懸濁原液) 及び同 10 倍階段希釈液各 1ml をペトリフィルム AC プレート、EB プレート、EC プレート及び STX プレート (スリーエム) に接種し、

使用説明書に従い、定量検出試験を行った。

2) 主要病原菌の定性検出試験

上項と同一検体を対象として、MDS (Molecular Detection Assay) カンピロバクター及び MDS サルモネラ (スリーエム) に供することで、カンピロバクター・ジェジュニ/コリ、及びサルモネラ属菌の定性検出試験を行った。

3. 食鳥とたいの保存過程を通じた微生物動態試験

大規模食鳥処理場において処理された同一ロットの中抜き食鳥丸とたい計 30 検体を、異なる時間軸で当該施設の保管温度条件 (5°C以下) で保存し、その後個別包装を行い、温度ロガーを同封して冷蔵状態で当所に輸送した。到着後は速やかに 1 とたいあたり 25g の首皮を採材し、上項 2. に示す微生物試験に供した。

4. 小規模加工施設における食鳥丸とたい受入れ後の温度管理実態に関する調査

鶏の生食加工業者協議会 (以下、生食協議会) (<http://namashoku.skr.jp/>) の協力を得て、丸とたいを受入れ、生食用食鳥肉を加工する小規模施設での受入れ後の温度管理に関する実態をアンケート調査した。

5. 統計解析

微生物検出成績と工程管理実態情報との関連性をノンパラメトリック検定法である、Kruskal-Wallis 検定を用いて解析した。

C. 研究結果及び考察

1. 生食用食鳥肉製品における微生物検出状況

生食用食鳥肉を製造加工する計 21 の小規模施設及び大規模 2 施設より、生食用食鳥肉製品計 230 検体入手し、微生物試験に供した。何れも病原菌であるサルモネラ属菌、カンピロバクター・ジェジュニ/コリについては不検出であった。衛生指標菌数試験を通じ、全体の平均菌数は一般細菌数が $3.52 \pm 1.16 \log\text{CFU/g}$ であったほか、腸内細菌科菌群数は $1.52 \pm 1.26 \log\text{CFU/g}$ 、大腸菌数は $0.48 \pm 0.71 \log\text{CFU/g}$ であった (表 1)。一般細菌数を含め、何れの指標菌も菌数分布に対数正規性は認められなかった (図 1)。

大腸菌については、不検出 (5CFU/g 未満) が全体の 75.2% (173/230) を占めた。大腸菌が検出された 57 検体 (24.8%) のうち、40 検体 (70.2%) は $1.0\text{-}2.0 \log\text{CFU/g}$ の菌数分布を示し、 $2.0 \log\text{CFU/g}$ 以上は 5 施設で製造加工された 11 検体 (4.8%、うち 3 施設では各 1 検体) に留まっていた (図 1)。

腸内細菌科菌群数については、不検出 (5CFU/g 未満) が全体の 31.7% (73/230) であった。腸内細菌科菌群が検出された 157 検体 (68.3%) のうち、109 検体 (69.4%) は $1.0\text{-}3.0 \log\text{CFU/g}$ の菌数分布を示し、 $3.0 \log\text{CFU/g}$ 以上は 7 施設で製造加工された 34 検体 (21.7%) であった (図 1)。 $3.0 \log\text{CFU/g}$ 以上の腸内細菌科菌群数を示した検体より代表集落を釣菌し、菌種同定のための生化学性状試験に供したところ、4 施設由来製品検体では *Pantoea* 等の環境由来と思われる細菌であることが確認されたが、施設 # 19 や 28 由来検体では *E. coli* が寡占している状況であった。

また、一般細菌数と腸内細菌科菌群数との間での関連性を解析したところ、相関係数は 0.67 となり、正の相関が確認された (図 4)。一方、一般細菌数と大腸菌数の間での相関係数は 0.44

であった（図4）。

以上の成績より、計23施設由来の生食用食鳥肉製品検体における衛生指標菌分布は総じて加熱用食鳥肉製品に比べ低い状況にあることが確保された。但し、一部の施設由来検体では糞便汚染指標菌が高頻度に検出され、各施設の工程管理実態との関連性をより詳細に検討すべきと考えられた。

2. 微生物試験成績と各施設での工程管理実態等との関連性の探索

(1) 焼烙面

本研究で検討対象とした生食用食鳥肉製品検体はいずれも加工工程で焼烙が施されていた。まず、各製品検体の焼烙面を目視確認したところ、表裏両面が焼烙されていた製品は、5製品（うち1製品は大規模施設由来）に留まり、残り18製品は表面のみが焼烙されていた。焼烙面の差異と微生物検出結果との関連性を探索したところ、何れの指標菌についても、両面焼烙検体は片面焼烙検体に比べ、有意に低い菌数分布を示し（ $P < 0.001$ ）、特に大腸菌については、両面焼烙検体では3検体のみが陽性を示し、その最大値は1.0 log CFU/gであった（図5）。これらの成績より、両面焼烙処理は微生物制御に有用であることが数的に示された。

(2) 焼烙時間及び距離

各小規模施設における焼烙処理はバーナーを用いて行われていた。一方、バーナー口径や焼烙時間、焼烙距離等については多様であることが先行研究により明らかになっている。これらの要素と微生物検出成績との関連性を解析した結果、大規模2施設を除く計21の小規模施設全体で用いられているバーナー口径が35mmから60mmの範囲にある施設は全体の約76.2%（16/21施設）を占めた。このうち11施設由来59検体（うち6施設で

51検体を占有）からは大腸菌が検出されたが、口径がより小さな（15-30mm）或いは、より大きなバーナー（90mm）を用いていた5施設（施設#1, 18, 20, 25, 30）由来の50検体中49検体、並びにバーナー口径が35-60mmの5施設（施設#4, 27, 31, 39, 43）由来の50検体全てでは大腸菌不検出であった。

焼烙に関わるその他の要素として、焼烙時間及び焼烙距離（火炎長、バーナー口からとたい表面までの平均距離）を含め、三次元散布図を作成したところ、対象とした21施設の焼烙条件は図6の通り散布した。大腸菌不検出または1検体のみ陽性となった施設（大腸菌低汚染群）と、大腸菌が2検体以上陽性となった施設（大腸菌汚染群）の間で、ロジスティック回帰分析を行ったところ、各要素のうち、加熱時間が最も群間で有意差を持つ要素として抽出され（ $P=0.0013$ ）、大腸菌低汚染群の平均が3.27分であったのに対し、大腸菌高汚染群の平均は1.83分であった。なお、バーナー口径は大腸菌低汚染群では平均43.97mm、大腸菌高汚染群では平均40.83mmであった。焼烙距離は、大腸菌低汚染群の製造加工施設では平均21.96cm、大腸菌高汚染群の製造加工施設では平均23.08cmであった。これらのうち、例えば小口径のバーナーを使用する場合であっても、相対的に長い焼烙時間を取ることで、大腸菌陰性となっている施設が確認されたほか、大口径のバーナーを使用する場合には焼烙距離を短くとることにより、単位時間あたりの焼烙面積を抑え、とたい全周を焼烙するために十分な焼烙時間をとることで大腸菌陰性となっている施設も存在した。以上より、焼烙処理にあたって焼烙距離は上述の指標を目安に可能な限り短くとり、焼烙時間を少なくとも2分以上に延長させることが焼烙による微生物汚染低減に有効な対策と考えられた。

(3) 内臓摘出手順

先行研究で行ったアンケート調査により、内臓摘出手順については、頸部を切開後、総排泄口を切開するとした施設と総排泄口を切開後、頸部を切開するとした施設に大別されていた。また、前者については、頸部切開後、同切開部よりそ嚢及び食道を摘出する場合と、頸部を切開した場合も、剥離のみを行い、食道より下部の消化管等を総排泄口から摘出する場合がみられていた。本研究の対象とした検体を処理していた施設では、いずれも頸部を先に切開する取り扱いではあったが、摘出方法を含めて大腸菌検出結果を比較したところ、食道以降を総排泄口から摘出した群の平均±SD値が $1.26 \pm 0.95 \log \text{CFU/g}$ であったのに対し、そ嚢及び食道を頸切開部より摘出後、筋胃以降を総排泄口から摘出した群の同値は $0.95 \pm 0.34 \log \text{CFU/g}$ となり、両群間で有意な差異が認められた ($P < 0.001$) (図7)。

以上の成績より、内臓摘出手順としては、頸部を切開後、そ嚢及び食道を同切開部より摘出した後、総排泄口切開部より、筋胃以降の消化管等を摘出する手順を取ることが、大腸菌汚染低減に有効と考えられた。

3. 大規模食鳥処理場において処理された生食用食鳥中抜き丸とたい保管条件の評価

近年、食鳥処理場の集約化に伴い、中抜き丸とたいを受入れ、生食用食鳥肉製品を加工する小規模施設が増加傾向にある。これらの小規模施設が受け入れる中抜き丸とたいは概して大規模食鳥処理場で処理されたものであることを踏まえ、生食用の食鳥とたいを処理する大規模食鳥処理場の協力を得て、当該施設で処理された中抜き丸とたいを異なる時間、当該施設の保管条件である 5°C 以下で保管した後の微生物挙動を評価した。

食鳥丸とたい首皮における一般細菌数は、保存2日後には中央値が $4.20 \log \text{CFU/g}$ であったが、時間経過に伴い、保存5日後では中央値が $5.70 \log \text{CFU/g}$ 、保存7日後の中央値は $7.50 \log \text{CFU/g}$ へと有意な増加を示した(図8A)。これに対し、腸内細菌科菌群数及び大腸菌数は時間経過に伴う増加を認めず、同糞便汚染指標菌数の中央値は保存2日後でそれぞれ $2.90 \log \text{CFU/g}$ 、 $2.90 \log \text{CFU/g}$ 、保存7日後ではそれぞれ $2.50 \log \text{CFU/g}$ 、 $2.25 \log \text{CFU/g}$ であった(図8BC)。

食鳥肉の主要な危害要因であるカンピロバクター・ジェジュニ/コリ及びサルモネラ属菌について定性試験により検出を試みたところ、カンピロバクター・ジェジュニ/コリは全ての検体で不検出となったが、サルモネラ属菌については、保存7日後の1検体より検出された。

以上の成績より、生食用に処理された食鳥中抜き丸とたいを生食用食鳥肉として加工に供する際の冷蔵保管期間としては、 5°C 以下では5日以内が適切であると考えられた。

4. 小規模施設において食鳥中抜き丸とたいを受け入れた後の保管条件に関する調査

鶏の生食加工業者協議会 (<http://namashoku.skr.jp/>) の協力を得て、会員のうち、認定小規模食鳥処理場を営む24事業者に対し、原料(食鳥と体)、製品、販売ショーケースにおける冷蔵温度管理実態に関するアンケート調査を依頼し、うち9事業者から回答が得られた。回答事業者における冷蔵庫内実測温度は保存対象の別を問わず、いずれも 10°C 以下を満たし、特に4事業者(A社、C社、E社、H社)では、各冷蔵庫の実測温度は全て 4°C 以下であった(表2)。一方、3事業者(B社、D社、F社)からは、原料冷蔵庫の情報のみが得られ、製品冷蔵庫、

販売ショーケースの情報については回答がなかった（表2）。

D. 結論

南九州地方で製造加工、販売される生食用食鳥肉製品検体の微生物試験成績と各施設での工程管理実態を踏まえ、当該食品を取り扱う小規模施設において、大腸菌陰性を確保するために必要となる焼烙条件を算出できた。また、中抜き方式の施設では、内臓摘出（中抜き）工程における摘出手順・方式を統一的に運用する必要性を示唆する知見が得られた。次年度以降には、これらの検証並びに更なる改善に向けた研究を進めたい。

また、処理後の中抜き丸とたいの冷蔵保管期間設定のための検証を行い、概ね処理後5日間以内であれば5℃以下で保存して差し支えないことを示す知見を得た。これらを受入れ、加工する施設での保管について、温度管理は概ね適切であったが、原料や製品の別に保管形態が確保されているか、確認する必要があることが示された。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文

1) 朝倉宏. 食肉・食鳥肉製品のハザードとその管理. 保健医療科学. 2021. 70 : 100-106.

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

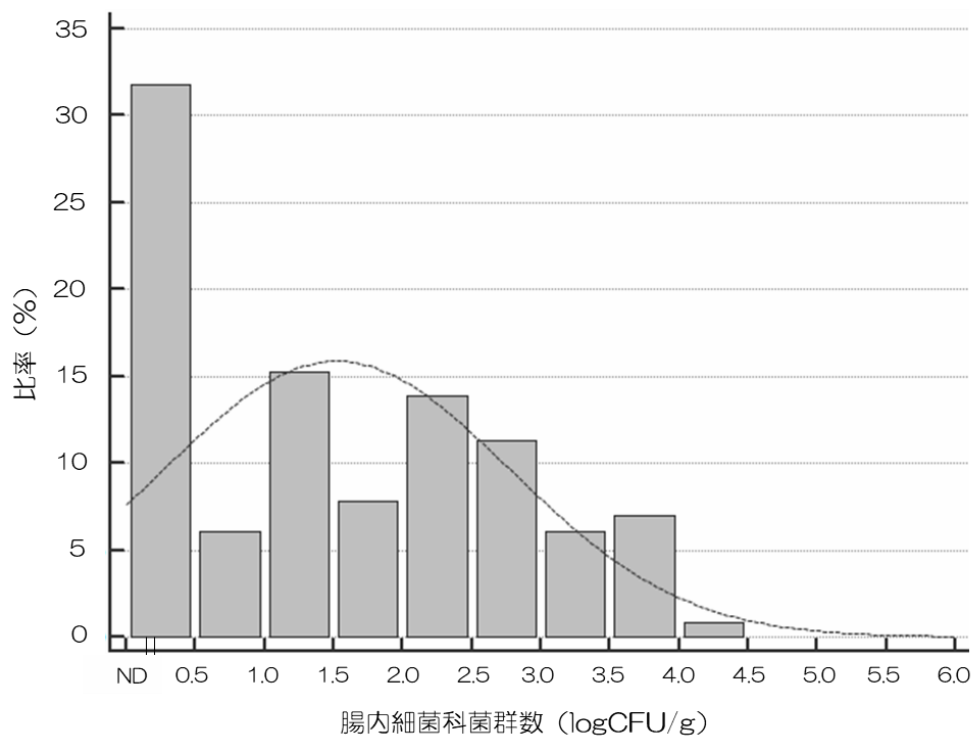
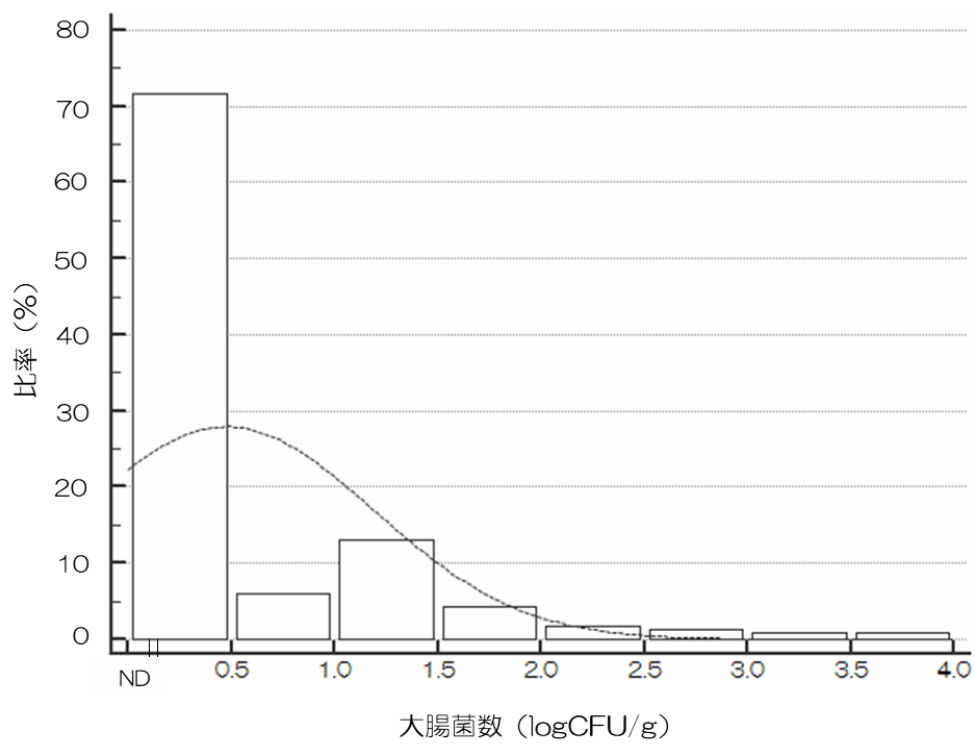
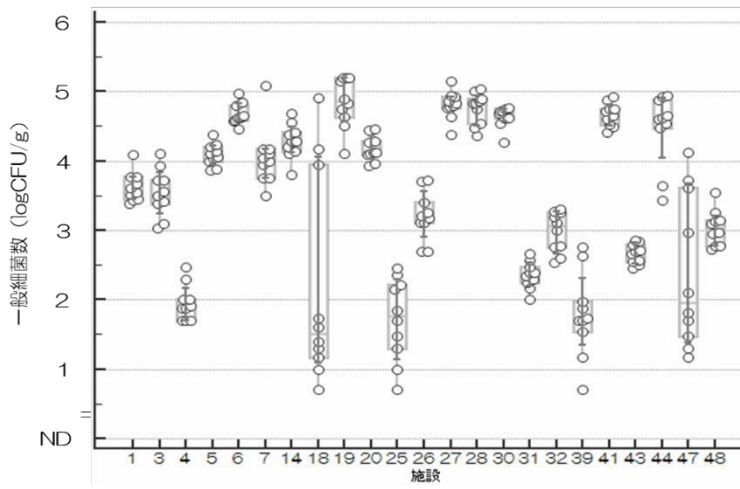
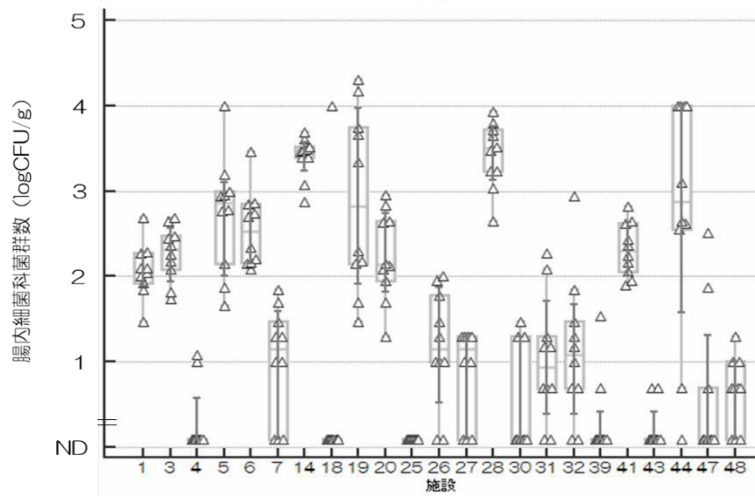


図 1. 生食用食鳥肉製品検体における大腸菌及び腸内細菌科菌群の菌数分布

A



B



C

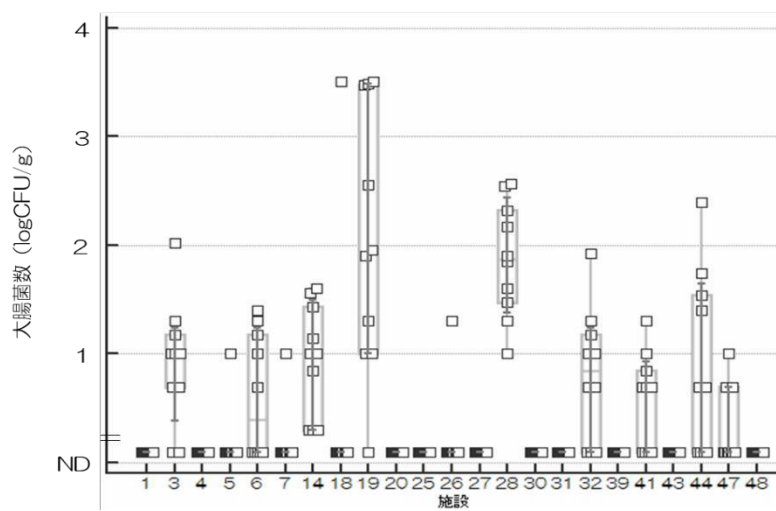


図2. 生食用食鳥肉製品検体における衛生指標菌検出状況（施設別）

各検体の衛生指標菌（A, 一般細菌数; B, 腸内細菌科菌群数; C, 大腸菌数）検出状況を施設別に示す。施設# 4, 5, 18, 27, 32, 41, 43 は外剥ぎ方式施設、その他は中抜き方式施設を指す（うち、大規模施設は#47, 48）。ND は不検出を意味する。

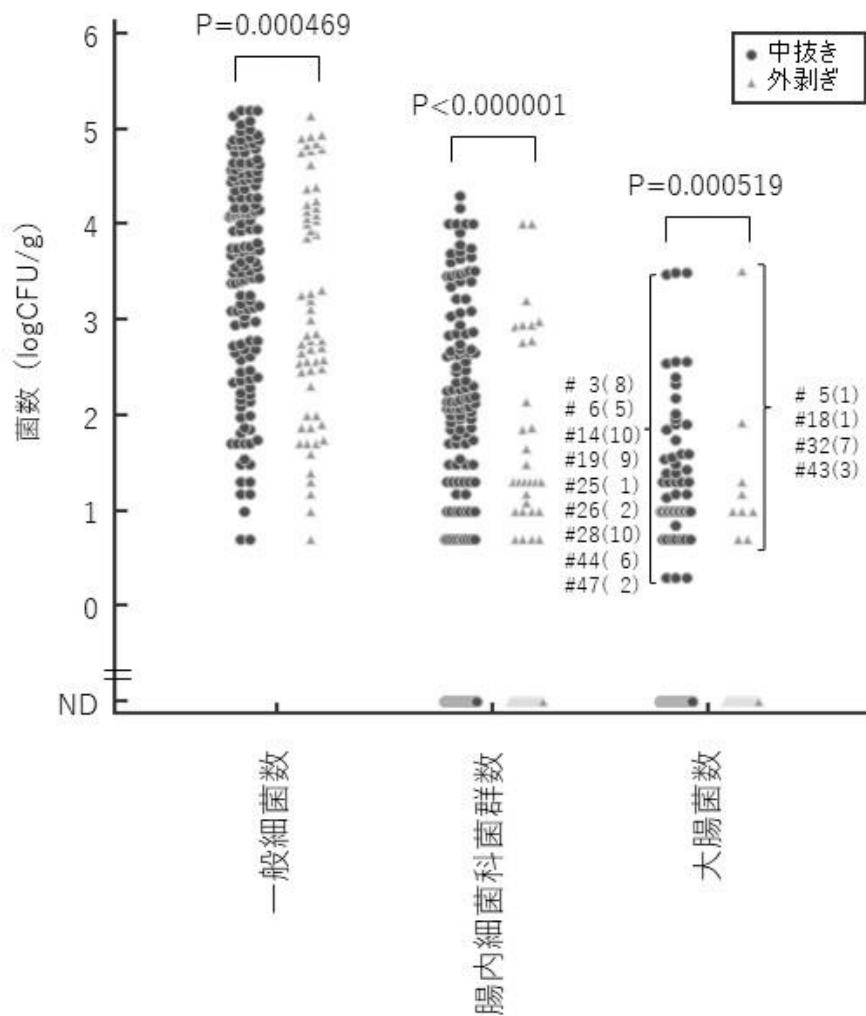


図 3. 生食用食鳥肉製品検体における衛生指標菌検出状況（処理方式別）

生食用食鳥肉製品検体における衛生指標菌検出状況を処理方式別に比較した図を示す。大腸菌が検出された検体については処理施設を#番号で示し、括弧内には陽性検体数（分母10）を示す。

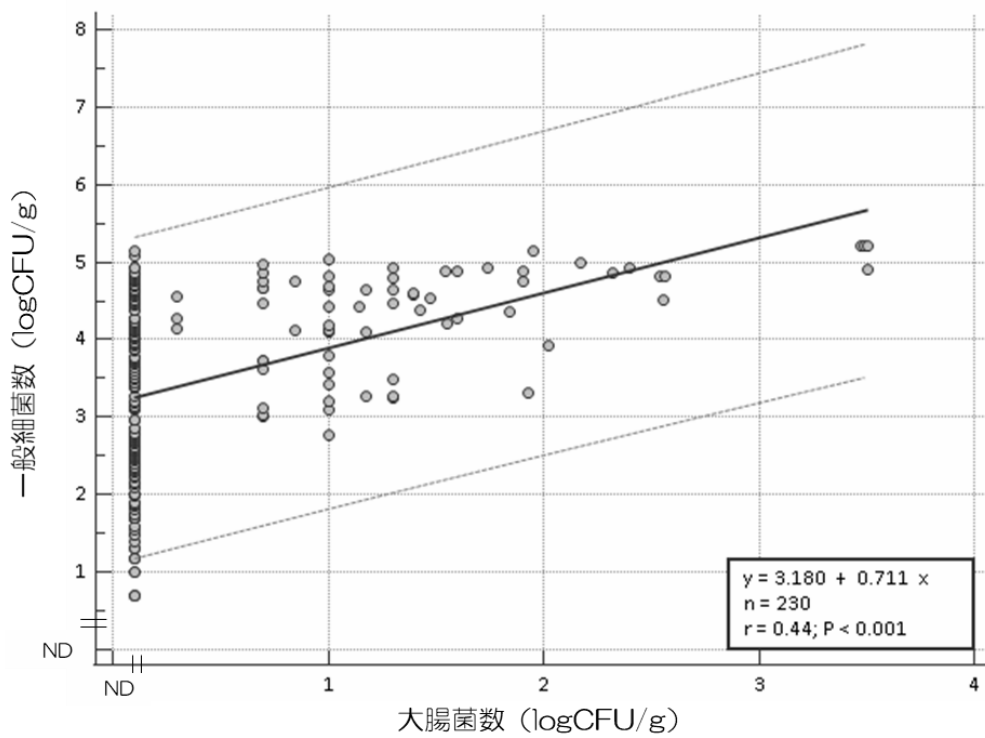
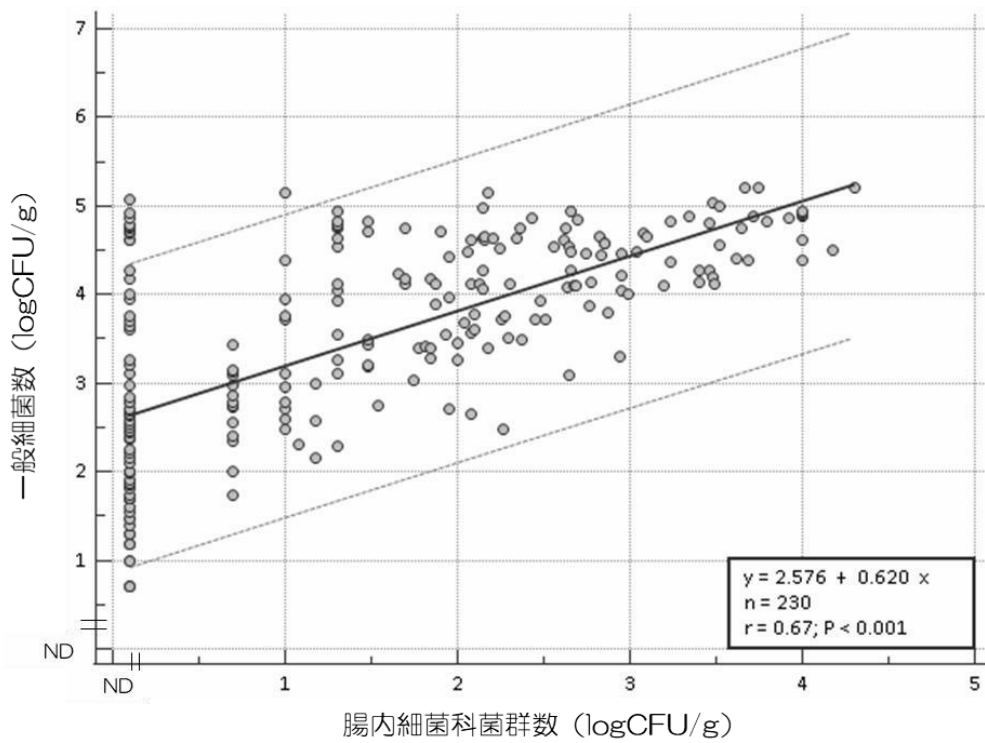


図 4. 生食用食鳥肉製品検体における衛生指標菌数分布の相関性.

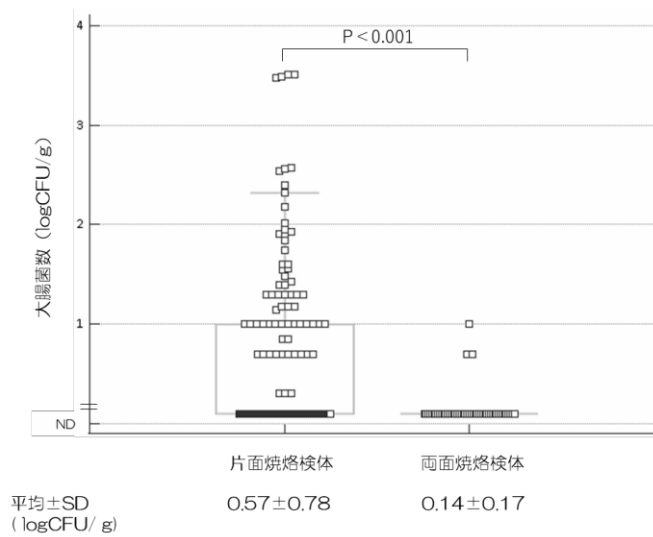
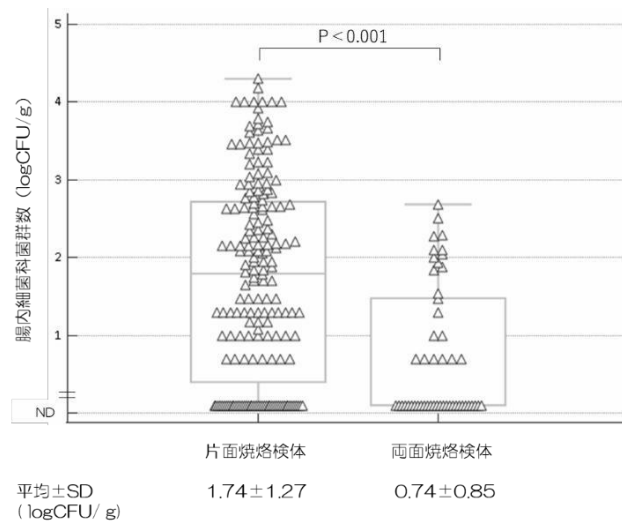
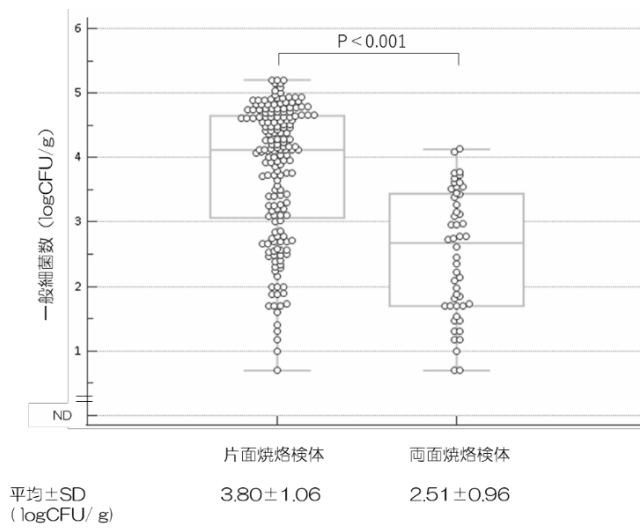


図 5. 焼烙面の別による、衛生指標菌検出状況の比較.

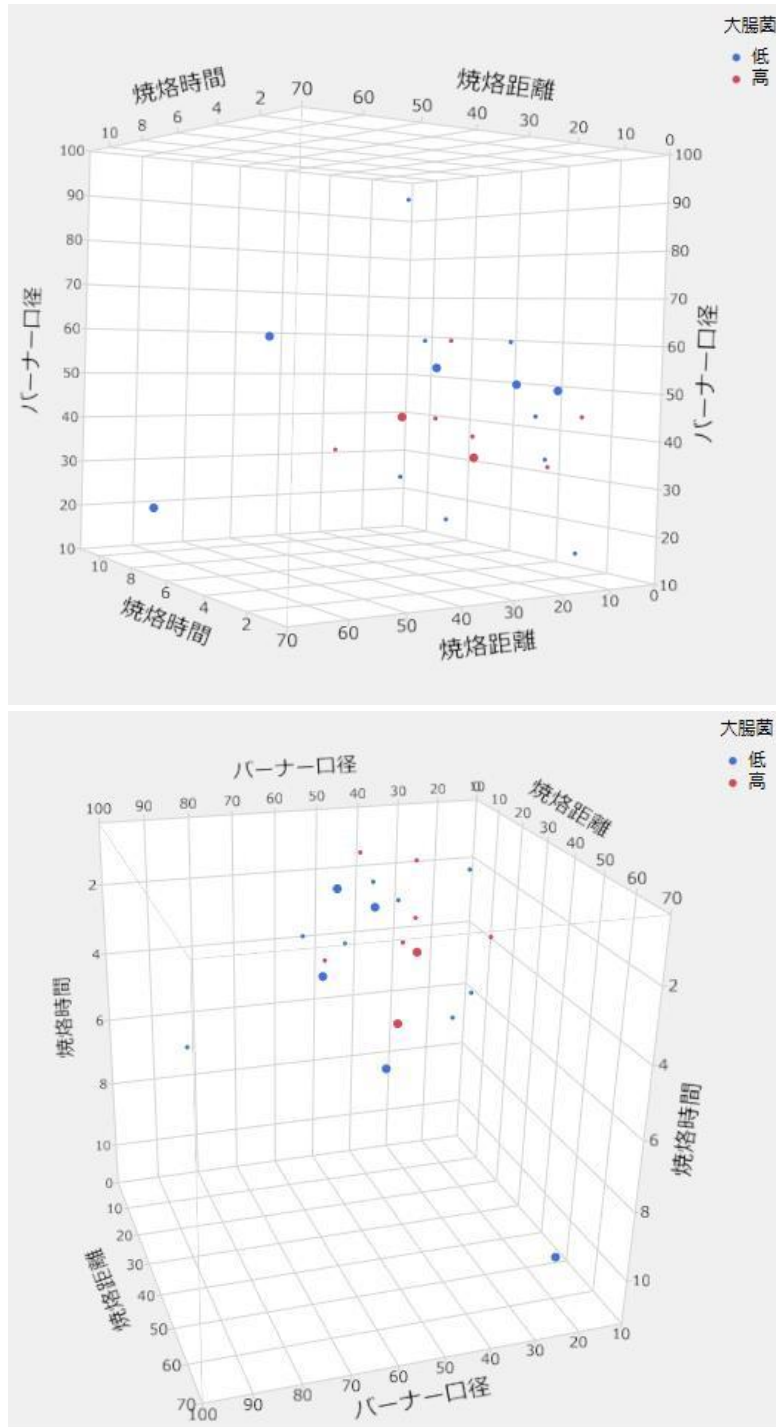


図 6. 小規模施設における焼焙工程 3 要素に係る三次元散布図.

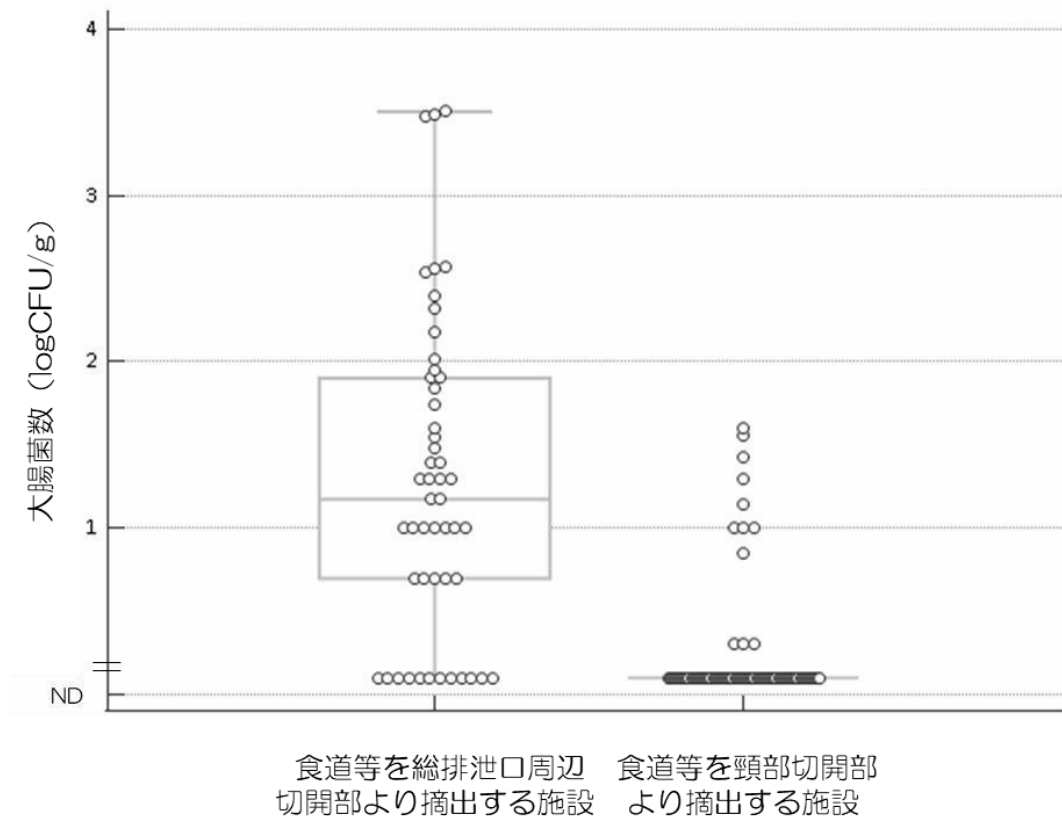


図 7. 内臓摘出手順の別による製品検体での大腸菌検出状況の比較.

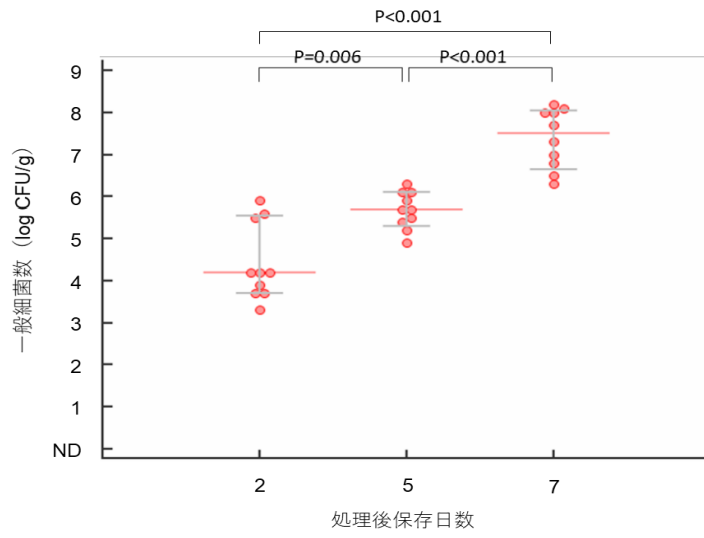
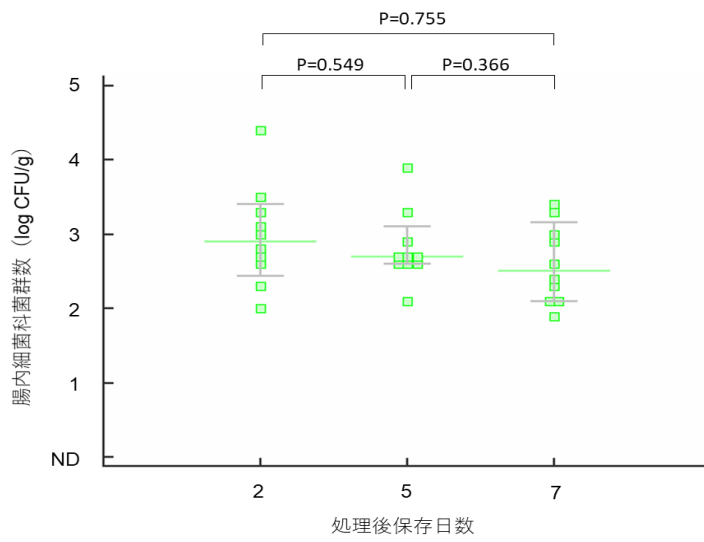
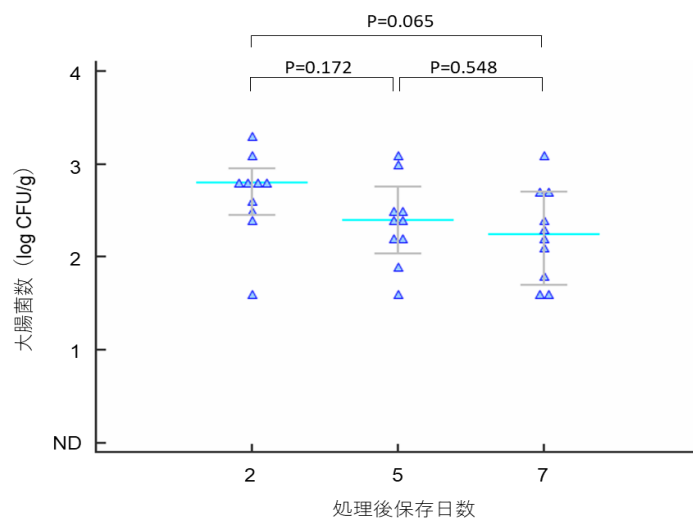
A**B****C**

図 8. 大規模食鳥処理場で処理された中抜き丸とたいの冷蔵保管を通じた微生物挙動.

表 1. 生食用食鳥肉製品検体における衛生指標菌検出成績概要.

項目	一般細菌数			腸内細菌科菌群数			大腸菌数		
	全体	中抜き	外剥ぎ	全体	中抜き	外剥ぎ	全体	中抜き	外剥ぎ
施設数	23	16	7	23	16	7	23	16	7
検体数	230	160	70	230	160	70	230	160	70
最大値	5.20	5.20	5.15	4.30	4.30	4.00	3.51	3.51	3.51
平均±SD値	3.52±1.16	3.60±1.12	3.34±1.24	1.52±1.26	1.68±1.27	1.15±1.14	0.48±0.71	0.54±0.77	0.33±0.55
中央値	3.76	3.77	3.27	1.30	1.76	1.00	<0.10	<0.10	<0.10
分散値	1.35	1.26	1.54	1.58	1.62	1.30	0.51	0.59	0.30
80パーセンタイル値	4.64	4.63	4.69	2.69	2.85	2.30	1.00	1.00	0.70
95パーセントイル値	4.93	4.95	4.92	3.72	3.77	2.99	1.95	2.25	1.30

表 2. 小規模事業者における食鳥丸とたい受入れ後の温度管理実態に関する調査.

小規模 加工施設	原料冷蔵庫		製品冷蔵庫		販売ショーケース	
	設定温度	実測温度	設定温度	実測温度	設定温度	実測温度
A社	0	0	0	0	0	1
B社	10	8	-	-	5	4
C社	1	1	2	2	3	3
D社	5	5	-	-	-	-
E社	4	4	4	4	4	4
F社	2	3	-	-	2	3
G社	3	6	3	6	5	8
H社	0	-1	0	-1	-2	1
I社	4	3	4	3	5	6

(単位：℃)

