

鶏肉類の病原微生物による食中毒リスクの解明と
低減策への提言

19073304

山本 倫也

論文要旨

鶏肉類の病原微生物による食中毒リスクの解明と低減策への提言

山本 倫也

本研究は、鶏肉類のフードチェーン各段階における病原微生物の汚染実態の調査を実施し、食中毒リスクの解明と低減策の検討を行った。

流通段階における調査により、山口県内の市販鶏肉類の 35.7%からカンピロバクターが分離され、レバー等の特定の部位や夏季の汚染率が高いといった実態が明らかになった。また、mP-BIT 法による分離株の遺伝子型別により、病原性関連遺伝子を保有する菌などが確認されるとともに、感染症治療の難渋化が懸念されるフルオロキノロン系耐性菌の汚染も確認された。このことから、本県に流通する市販鶏肉類は、流通段階までに十分な食中毒リスクの低減が図られていないことが示唆された。このため、鶏肉類の消費段階におけるリスク低減策を優先的に進めることが重要と考えられ、消費者等に対する食中毒防止に係る啓発等を一層進めていく必要がある。

食鳥処理段階における調査により、山口県内の大規模食鳥処理場から出荷される鶏肉類がカンピロバクターに汚染されており、当該施設における次亜塩素酸ナトリウムを用いた冷却工程による消毒では、十分な食中毒リスクの低減が図られていないと考えられた。今後、施設の処理羽数や設備等の実態に応じ、

消毒薬の種類，使用濃度や冷却時間等の衛生管理の改善が必要である．また，併せて，各生産農場における鶏の汚染防除策の検討を進めていく必要があると考えられた．

生産段階である複数農場の調査により，農場のカンピロバクター陽性率は中国地方が 46.9%，九州地方が 75.0%，サルモネラ陽性率は中国地方が 84.4%，九州地方が 89.3%であった．地域により，農場や鶏群の汚染状況，菌種や血清型，遺伝子型や薬剤耐性獲得状況等について特徴がみられた．このことから，鶏肉類の食中毒リスクの解明及び低減策の検討に当たっては，地域性を十分に考慮することが重要と考えられ，汚染実態を適切に把握するための体制の構築が必要である．農場及び鶏舎の汚染要因等の検討に係る調査により，鶏舎内外の環境や飼料等はカンピロバクターの侵入・拡散の要因にならないものの，入雛 5～6 週以降の感染した鶏の糞便等を介して飼養環境中に汚染が拡散したことが示唆された．また，サルモネラについては，鶏舎の敷料（発酵堆積糞）を含む飼養環境における菌の継続的な汚染が確認された．飼料や作業員等を介したサルモネラの拡散が示唆される結果も得られたことから，食中毒リスクの低減のためには，農場の飼養衛生管理マニュアルの改善や危害要因分析重要管理点 (HACCP) に基づく衛生管理の導入による対策強化を図る必要がある．特に，敷料（発酵堆積糞）の衛生管理に係る重要管理点 (CCP) を設定し，菌を完全に死滅させることができる発酵温度や時間の検証等が必要である．

食鳥処理段階や生産段階における HACCP に基づく適切な衛生管理の推進等
のためには、行政の衛生部局や畜産部局、研究機関、事業者、消費者等の様々
な主体による分野横断的な連携・協働の下、本研究で得られた知見を基に、鶏
肉類のフードチェーン各段階において効果的な食中毒リスク低減策を講じ、食
の安心・安全の確保を進めていくことが必要である。

Abstract

Studies on Elucidation of the Risk of Foodborne Diseases by Pathogenic Microorganisms in Chicken Meat and Recommendations for Reduction Measures

Tomoya Yamamoto

This study was conducted to investigate the actual contamination of chicken meat with pathogenic microorganisms at each stage of the food chain, to clarify the risk of foodborne diseases, and to examine measures to reduce the risk.

The survey at the distribution stage revealed that *Campylobacter* was isolated from 35.7% of commercial chicken meat in Yamaguchi Prefecture, and that the contamination rate was high in specific parts such as liver and during the summer season. Genotyping of the isolates by the mP-BIT method confirmed the presence of pathogenic genes and a high level of contamination with fluoroquinolone-resistant bacteria, which are feared to make treatment of infectious diseases more difficult. These results suggest that the disinfection of commercial chicken meat distributed in this prefecture is not sufficiently reduced in terms of foodborne diseases risk by the time they reach the distribution stage. Therefore, it is important to prioritize risk reduction measures at the consumption stage of chicken meat, and it is necessary to further educate consumers on the prevention of foodborne diseases.

A survey at the chicken slaughtering stage showed that chicken meat shipped from a chicken slaughterhouse in Yamaguchi Prefecture was highly contaminated with *Campylobacter*, and that the disinfection of chicken meat by the cooling process using sodium hypochlorite at the facility was not sufficient to reduce the risk of foodborne diseases. In the future, it is necessary to improve sanitation management, such as the type of disinfectant, concentration used, and cooling time, in accordance with the actual conditions of the number of broiler processed and equipment at the facility. In addition, it was considered necessary to examine measures to prevent contamination of broiler at each production farm.

A survey of several farms at the production stage revealed that the *Campylobacter*-positive rate was 46.9% in the Chugoku region and 75.0% in the Kyushu region, and the *Salmonella*-positive rate was 84.4% in the Chugoku region and 89.3% in the Kyushu region. The different characteristics of the contamination status of farms and broiler flocks, the bacterial species and serotypes, genotypes, and the acquisition of drug resistance were observed in the different regions. Therefore, it is important to take regional characteristics into consideration when clarifying the risk of foodborne diseases of chicken meat and considering measures to reduce the risk. The investigation of contamination factors in farms and broiler houses suggested that although the environment inside and outside the broiler house and feed were not factors for *Campylobacter* invasion and spread, contamination spread to the feeding environment through feces of infected broiler after 5 to 6 weeks of brooding. In addition, continuous contamination of *Salmonella* was confirmed in the feeding environment, including the

bedding material (recycled fermented litter) of the broiler house. The results also suggested the spread of *Salmonella* through feed and workers. Therefore, it is necessary to strengthen measures to reduce the risk of food poisoning by improving farm broiler feeding hygiene management manuals and introducing hygiene management based on Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). In particular, it is necessary to establish Critical Control Points for sanitary management of bedding (recycled fermented litter) and to verify fermentation temperatures and times that can completely destroy the bacteria.

In order to promote appropriate sanitary management based on HACCP at the chicken slaughtering and production stages, effective foodborne diseases risk reduction measures should be implemented at each stage of the chicken meat food chain based on the knowledge obtained in this study under cross-field collaboration and cooperation among various entities such as government health departments, livestock breeding departments, research institutes, businesses, and consumers. Based on the findings of this study, it is necessary to take effective measures to reduce the risk of foodborne diseases at each stage of the chicken meat food chain to ensure food safety and security.

目 次

第 1 章 序論.....	1
1-1 背景.....	1
1-2 研究の課題と目的.....	5
1-2-1 鶏肉類のフードチェーン各段階における課題	
1-2-2 研究目的	
第 2 章 鶏肉類の流通段階における汚染実態調査（調査 1）.....	11
2-1 緒言.....	11
2-2 材料及び方法.....	13
2-2-1 検査時期及び検査材料	
2-2-2 カンピロバクターの分離及び同定法	
2-2-3 mP-BIT 法による遺伝子型別	
2-2-4 薬剤感受性試験	
2-3 結果.....	16
2-3-1 市販鶏肉類のカンピロバクター汚染	
2-3-2 市販鶏肉類由来カンピロバクターの遺伝子型	
2-3-3 市販鶏肉類由来カンピロバクターの薬剤耐性	
2-4 考察.....	19
第 3 章 鶏肉類の食鳥処理段階における汚染実態調査（調査 2）.....	29
3-1 緒言.....	29
3-2 材料及び方法.....	30
3-2-1 検査時期及び検査材料	
3-2-2 カンピロバクターの分離及び同定法	
3-2-3 生菌数計測	
3-2-4 薬剤感受性試験	

3-3	結果	32
3-3-1	冷却工程前後の鶏肉類のカンピロバクター汚染実態	
3-3-2	冷却工程前後の鶏肉類の生菌数	
3-3-3	鶏肉類由来カンピロバクターの薬剤耐性	
3-4	考察	34
第4章 鶏肉類の生産段階における汚染実態調査（調査3）		39
4-1	緒言	39
4-2	材料及び方法	41
4-2-1	検査時期及び検査材料	
4-2-2	カンピロバクターの分離及び同定法	
4-2-3	サルモネラの分離及び同定法	
4-2-4	mP-BIT法によるカンピロバクターの遺伝子型別	
4-2-5	薬剤感受性試験	
4-3	結果	45
4-3-1	複数農場における肉用鶏のカンピロバクター汚染実態	
4-3-2	複数農場における肉用鶏のサルモネラ汚染実態	
4-3-3	農場における飼養環境及び肉用鶏等の経時的な汚染実態	
4-4	考察	51
4-4-1	中国地方及び九州地方の複数農場における肉用鶏の汚染実態	
4-4-2	肉用鶏農場における汚染要因と汚染低減策	
第5章 総括		71
引用文献		
研究業績		
謝辞		

第1章 序論

1-1 背景

食の安心・安全の確保は、人が生涯に渡って健康的で豊かに暮らすための基盤となる。飲食に起因する衛生上の危害で我々に最も身近なものは食中毒である。食中毒の低減のためには、食の生産から消費に至るまでのいわゆるフードチェーンの各段階において、事業者、関係団体、消費者、行政等の各主体が連携・協働して対策を進めていくことが重要である。国内での近年の食中毒件数及び患者数は、2019年が1,061件で13,018人、2020年が887件で14,613人、2021年が717件で11,080人である（図1-1）（厚生労働省：食中毒統計資料，https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html，2023/1/3 アクセス）。食中毒は1990年代後半に大きく増加し、近年は減少傾向にある。件数が最多の1998年（3,010件）と近年の2021年（717件）を病因物質別で比較すると、腸炎ビブリオは839件から0件、サルモネラ属菌は757件から8件、病原大腸菌（腸管出血性大腸菌を含む）は285件から14件と一部の食中毒は大きく減少している（図1-2）。一方で、カンピロバクターは553件から154件と下げ止まりの状況にあり、対策の強化が必要な食中毒も存在している（図1-2）。また、厚生労働省が公表する食中毒統計資料は、実際に発生した食中毒の全てを網羅していない可能性があることに留意する必要がある。例えば、患者が医師の診察を受けずに保健所が探知できなかった場合や、感染経路が食品であることを保健所が特定できなかった場合等は食中毒として計上されないことから、実際には、はるかに多い食中毒が発生していることが推察される。窪田ら¹⁾は、アクティブサーベイランスによる食中毒被害実態調査を実施し、2006年から2013年までの全国の年間食中毒患者数（確立分布平均値）は、カンピロバクターが460万～1,133万人、サルモネラが96万～232万人、腸炎ビブリオが8万～37万人と推定している。これは、各年の食中毒統計の患者数と比較して約280倍～4,700倍の患者が存在する

可能性を示している。また、国立感染症研究所の病原微生物検出情報（IASR）では、地方衛生研究所等が感染症患者等から分離した菌の情報が公表されており、例えば、サルモネラ検出報告数の過去5年間（2017年～2021年）の平均は371件であり、被害の実態が把握できていない潜在的な食中毒患者の存在が推察される（国立感染症研究所：病原微生物検出情報（IASR），<https://www.niid.go.jp/niid/ja/iasr-table/1525-iasrb.html>，2023/1/3 アクセス）。

食肉は、消費段階においてカンピロバクター、非チフス性サルモネラ、病原大腸菌をはじめとした食中毒菌に汚染されていることから²⁾、厳格な衛生管理が求められる食品である。食肉を汚染する食中毒菌は一般的な加熱処理により死滅するため、消費段階においてリスク低減が可能である³⁾。しかし、わが国では、生又は加熱不十分な状態の食肉を喫食する食文化が根付いており⁴⁾、食中毒の発生を助長する要因となっている。食肉の生食等に起因する食中毒の防止に係る国の対策として、2011年4年に富山県等において牛ユッケによる腸管出血性大腸菌食中毒で5人が死亡したことなどを受け⁵⁾、同年10月に生食用の牛肉に成分規格や調理・加工基準等を伴う厳格な規格基準が設定されるとともに、2012年7月には牛肝臓の生食用としての販売及び提供が禁止された^{6,7)}。豚の食肉及び内臓についても、E型肝炎ウイルス、食中毒菌、寄生虫による食中毒の防止の観点から、2015年6月に生食用としての販売及び提供が禁止された⁸⁾。一方で、鶏の食肉及び内臓（以下「鶏肉類」という。）については、国はカンピロバクター食中毒の防止の観点から、自治体に対し、加熱用鶏肉を生食用として提供したことにより繰り返し食中毒を発生させた事業者に対する厳正な措置の徹底等を求めているが⁹⁾、生食等に係る規格基準は設定されていない。このため、飲食店等においては、依然として、鶏刺しや鶏のタタキ等の生又は加熱不十分な鶏肉類が提供され、それらを原因食品とするカンピロバクター食中毒は全国で多発している（厚生労働省：食中毒統計資料，https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/

shokuhin/syokuchu/04.html, 2023/1/3 アクセス).

さらに、食品由来の薬剤耐性菌の出現・拡散が世界的に深刻な問題となっている¹⁰⁾。薬剤耐性菌による正確な被害実態は明らかになっていないが、米国疾病予防管理センター (Centers for Disease Control and Prevention) は、米国における薬剤耐性菌の感染者数は年間 280 万人、死亡者数は年間 3.5 万人以上に上ると推定している¹¹⁾。また、21 種の薬剤耐性菌について、ヒトの健康に対する懸念の程度により、「緊急の (urgent) 脅威」「深刻な (serious) 脅威」「懸念される (concerning) 脅威」「警戒リスト (watch list)」に分類し、対策の優先順位付けがされている。薬剤耐性カンピロバクターの感染者数は約 44.8 万人 (死亡者数 70 人)、薬剤耐性サルモネラの感染者数は約 21.3 万人 (死亡者数 70 人) と推定され、両菌は「深刻な (serious) 脅威」として重要視されている。また、両菌の薬剤耐性については、特に、カンピロバクターではフルオロキノロン (FQ) 系やマクロライド系、サルモネラでは第三世代セファロスポリン系や FQ 系の耐性菌の低減が重要とされている。わが国では、薬剤耐性菌対策に係る世界的な動向を踏まえ、2016 年 4 月に「薬剤耐性 (AMR) 対策アクションプラン 2016-2020」¹²⁾が策定され、ヒトや動物等の垣根を超えた世界規模での取組 (ワンヘルス・アプローチ) の視野から分野横断的な対策が推進されている。畜産分野においては、家畜の疾病の治療や予防、生産性の向上等を目的として、動物用医薬品や抗菌性飼料添加物が使用されている¹³⁾。動物用医薬品等の中には FQ 系、マクロライド系、ペニシリン系等のヒトの腸管感染症治療薬としても重要な抗菌剤も含まれていることから^{13,14)}、耐性菌の出現・拡散を抑えるため、抗菌剤の慎重使用の徹底等が求められている。しかし、2019 年に国内で肉用鶏用に販売された動物用抗菌剤 (推定原末換算量) は約 69.8 トンであり、「薬剤耐性 (AMR) 対策アクションプラン」が策定された 2016 年の約 68.4 トンから大きな減少はない¹⁵⁾。2020 年に国内で肉用鶏用に販売された抗生物質及び合成抗菌剤 (原末換算量) は、テトラサイクリン系 (約 25.7

トン)、サルファ剤 (約 12.5 トン)、ペニシリン系 (約 11.7 トン)、アミノグリコシド系 (約 10.2 トン)、マクロライド系 (約 9.2 トン)、FQ 系 (約 3.1 トン) 等であり¹⁶⁾、生産段階での種々の抗菌剤の使用による耐性菌の出現・拡散が懸念される。実際に、国内の肉用鶏¹⁷⁻²⁰⁾や鶏肉²¹⁻²⁵⁾から、それらの抗菌剤と同系統の抗菌剤に耐性を獲得したカンピロバクターやサルモネラが分離されている。食品のフードチェーン各段階における耐性菌の汚染実態は、適切な対策を講じるために重要な知見となることから、「薬剤耐性 (AMR) 対策アクションプラン」¹²⁾においても十分な実態把握が必要とされている。加えて、耐性菌による健康被害の防止や抗菌剤の使用機会の低減等のため、食品関連施設における危害要因分析重要管理点 (Hazard Analysis and Critical Control Point; HACCP) に基づく衛生管理の向上等による安全な畜産物の生産の確保が求められている。

1-2 研究の課題と目的

上述のような背景から、わが国における食に関わる公衆衛生上の重要な課題として、鶏肉類に起因する食中毒の発生防止が挙げられ、鶏肉類の食中毒リスクの解明と低減策の検討を早急に進めていく必要がある。鶏肉類が消費者の手に渡るまでのフードチェーンを遡ると、製品の流通・販売の段階（流通段階）、食鳥処理場における鶏のと殺及び解体並びに食肉処理施設における加工の段階（食鳥処理段階）、農場における鶏の生産の段階（生産段階）の3段階に大きく分けられるが、これらの各段階の工程には加熱殺菌等の確実に食中毒リスクを低減させる方法がない。このため、鶏肉類に起因する食中毒の発生防止のためには、フードチェーンの各段階において、地域の実態に応じた食中毒リスクを適切に把握した上で、必要な対策を講じ、総合的なリスク低減を図ることが重要である。

1-2-1 鶏肉類のフードチェーン各段階における課題

流通段階における食品の汚染実態は、食中毒リスクやリスク低減策の検討のための基礎資料になるだけでなく、消費者や事業者等とのリスクコミュニケーション等において重要な知見となる。鶏肉類の流通段階以降の食中毒リスク低減策として、消費者等の生食割合の低減や調理時の十分な加熱等は極めて重要であり²⁶⁾、消費者等の意識及び行動変容を促すための知見の蓄積が必要である。山口県においても、カンピロバクター食中毒は年数件発生しており（山口県環境生活部生活衛生課、<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a15300/syoku/yobou.html>, 2023/1/3 アクセス）、更なる対策の検討が必要である。市販鶏肉類のカンピロバクター汚染実態は、生産地によって異なるなどの地域差が見られるが^{21, 27, 28)}、これまで本県における調査報告はない。また、薬剤耐性菌についても、特に食品中の汚染実態は、一部の地域での報告に限られている上、継続的な調査も実施されておらず、全国的に知見が不足している状況にある。

こうしたことから、食中毒リスクの検討等のためには、まず、本県における鶏肉類の汚染実態の把握が必要である。

近年、国内の鶏肉の生産量及び輸入量は増加傾向で推移しており、2021年度の実生産量は約168.5万トンである(図1-3)(独立行政法人農畜産業振興機構:国内統計資料,https://www.alic.go.jp/joho-c/joho05_000073.html, 2023/1/3 アクセス)。鶏肉の消費機会の増加は、食中毒の増加につながる可能性があるため、より食中毒リスクの低い製品を生産する必要がある。鶏肉類の食中毒菌汚染は、食鳥処理工程における肉用鶏の腸管内や体表に存在する菌の拡散、汚染された設備・器具等を介した二次汚染等が主な要因である²⁹⁻³³⁾。食鳥処理場においては、食鳥処理の事業の規制及び食鳥検査に関する法律(平成2年法律第70号)に基づき、施設の構造及び設備並びに衛生管理等の基準が定められ、鶏肉類に起因する衛生上の危害の発生防止が図られている。2014年4月には食鳥処理場におけるHACCPに沿った衛生管理の導入を促進するため、法施行規則が改正(2015年4月施行)され、将来的なHACCPの義務化を見据え、HACCPを用いて衛生管理を行う場合の基準が規定された³⁴⁾。その後、2018年6月に法改正がされ、2021年6月から認定小規模食鳥処理場を含む全ての規模の施設においてHACCPに沿った衛生管理の実施が義務付けられた³⁵⁾。これにより、今後、全国的な鶏肉類の汚染低減が期待できるが、食鳥処理工程における決定的な汚染防除策の究明は引き続きの課題となっている。鶏肉類の汚染実態の地域差は、個々の食鳥処理場において、処理される鶏の汚染の程度や処理羽数、処理方法、衛生管理状況等が異なることが影響しているものと推察される。このため、食鳥処理段階における鶏肉類の食中毒リスクの低減のためには、個々の施設の規模や設備、衛生管理状況等を考慮し、汚染実態を把握した上で適切な対策を講じることが重要である。

鶏肉類のフードチェーンの最上流である生産段階は、鶏の食中毒菌汚染の根源であるため、食中毒リスクの低減に極めて重要な段階である。農林水産省が実施した調査

では、食鳥処理場への搬入時点のブロイラー鶏群のカンピロバクター保菌率は 67%、サルモネラ保菌率は 64%と高度な汚染が確認されている（農林水産省：食品安全に関する有害微生物の実態調査の結果集（畜産物）、<https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/kekka/keiniku/sal/11.html>, 2023/1/3 アクセス）。農場における鶏のカンピロバクター及びサルモネラの感染源には様々な要因が推定されている上³⁶⁻⁴¹⁾、汚染は農場内で拡大するため^{36, 41, 42)}、飼養環境の洗浄・消毒や衛生害虫等の駆除、作業員の衛生教育等の一般的衛生管理の確実な実施が必要である。農林水産省では、2004年に家畜伝染病予防法（昭和 26 年法律第 166 号）において飼養衛生管理基準を定めるとともに、2011 年からは HACCP の考え方を取り入れた衛生管理を運用する農場の認証事業（農場 HACCP 認証）を開始し、より質の高い衛生管理の推進に取り組んでいる⁴³⁾。しかし、農場 HACCP 認証を受けた肉用鶏農場は、2022 年 10 月時点で 10 県の 15 農場のみであり、一部の地域の農場に限られている。（農林水産省、https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/katiku_yobo/k_haccp/, 2023/1/3 アクセス）。サルモネラのうち一部の血清型については、鶏のサルモネラ症の起因为菌となるため、家畜伝染病予防法に基づく家畜伝染病や届出伝染病に指定され、防疫対策等が講じられている。一方、カンピロバクターについては、鶏が保菌しても症状を示すことなく、生産性にはほとんど影響しないと考えられている²⁶⁾。農場及び鶏舎へのそれらの菌の侵入・拡散を防除する決定的な手法がないことに加え、鶏の生産性に影響を及ぼさない菌に特化した対策を講じる経済的なメリットがないことも積極的な対策強化が図られない要因であると推察される。このため、生産段階においては、各農場の飼養環境や施設・設備、飼養管理方法等の状況を鑑みて、個々の農場における主要な汚染要因を特定し、実態に応じた効果的かつ効率的な対策を講じることが重要である。

1-2-2 研究目的

本研究では、山口県（中国地方）を中心とした地域における鶏肉類に起因する食中毒の発生防止に寄与するため、鶏肉類の「流通」「食鳥処理」「生産」の各段階における病原微生物の汚染実態の把握等のための調査を実施し、食中毒リスクの解明を目的とした検討を行うとともに、食中毒リスクを低減させるために必要な対策を検討した。

第2章（調査1）では、「流通段階」における検討のため、山口県内の複数の小売店に流通する市販鶏肉類のカンピロバクターの汚染率、分離株の遺伝子型及び薬剤耐性等の汚染実態を継続的に調査した。第3章（調査2）では、「食鳥処理段階」における検討のため、山口県A市に所在する大規模食鳥処理場において、複数の鶏群（ロット）を対象として、冷却（消毒）工程前後の鶏肉類のカンピロバクター汚染実態等を調査した。第4章（調査3）では、「生産段階」における検討のため、中国地方（山口県）及び九州地方における複数の肉用鶏農場を対象として、肉用鶏のカンピロバクター及びサルモネラの汚染実態等を調査した。さらに、山口県A市に所在する特定の肉用鶏農場において、飼養環境や肉用鶏等の経時的な調査を実施した。

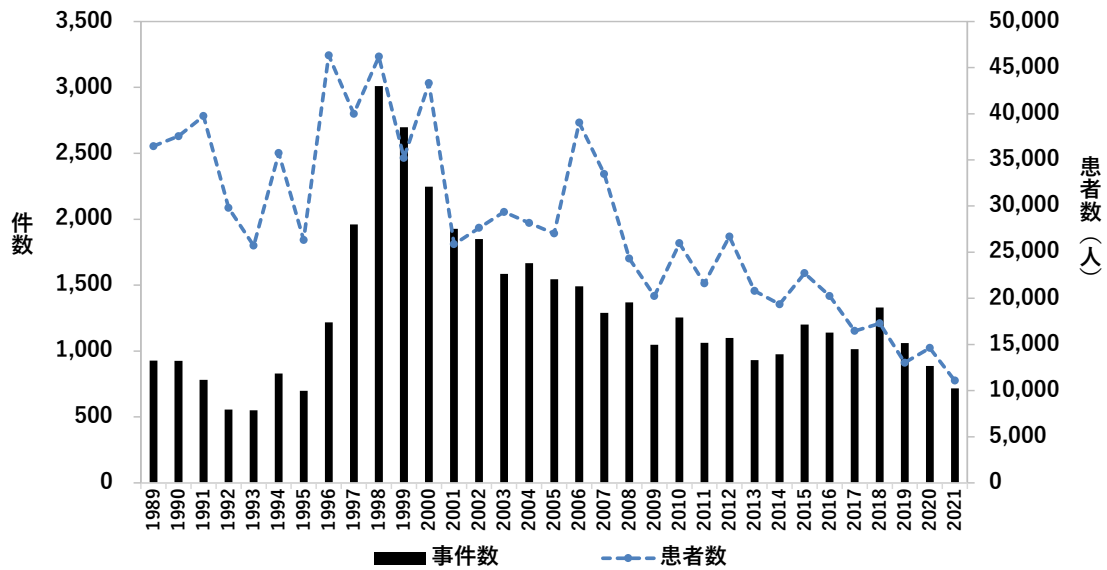


図 1-1 国内の食中毒事件数及び患者数の推移 (1989～2021年)

国内で発生した食中毒 (年次) について、棒グラフは事件数、折れ線グラフは患者数を示す。
 【出典】厚生労働省：食中毒統計資料 (https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iry_ou/shokuhin/syokuchu/04.html)

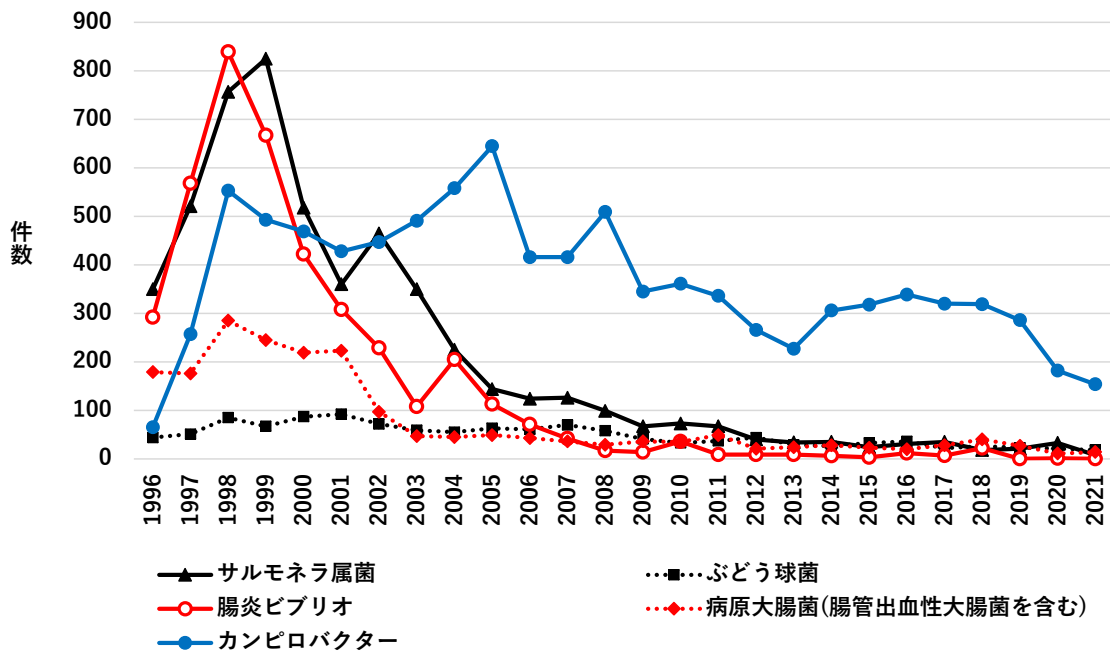


図 1-2 国内の主要な細菌性食中毒事件数の推移 (1996～2021年)

国内で発生した食中毒事件 (年次) について、黒色の実線 (▲) はサルモネラ属菌、黒色の破線 (■) はぶどう球菌、赤色の実線 (○) は腸炎ビブリオ、赤色の破線 (◆) は病原大腸菌 (腸管出血性大腸菌を含む)、青色の実線 (●) はカンピロバクターによる件数を示す。

【出典】厚生労働省：食中毒統計資料 (https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iry_ou/shokuhin/syokuchu/04.html)

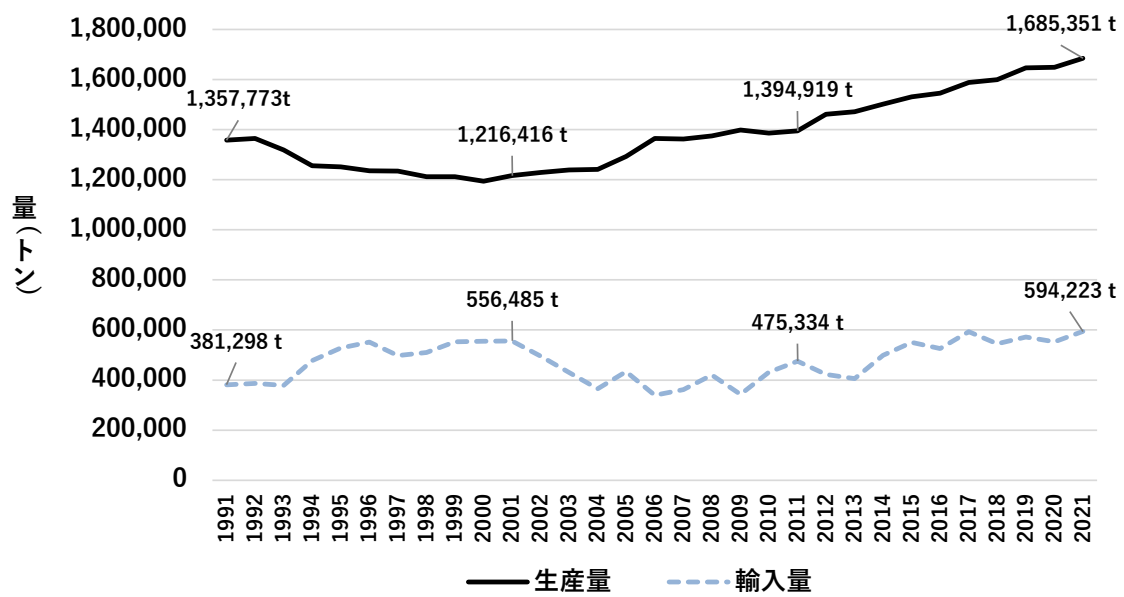


図 1-3 国内における鶏肉の生産量及び輸入量の推移

黒色の実線グラフは国内の鶏肉の生産量，青色の破線グラフは国内の鶏肉の輸入量を示す。

【出典】独立行政法人農畜産業振興機構：国内統計資料 (https://www.alic.go.jp/joho-c/joho05_000073.html)

第2章 鶏肉類の流通段階における汚染実態調査(調査1)

2-1 緒言

カンピロバクターは、1979年に国内で初めて集団下痢症が確認され⁴⁴⁾、1982年に *Campylobacter jejuni* (*C. jejuni*) と *Campylobacter coli* (*C. coli*) が食中毒事件票の病因物質に追加された⁴⁵⁾。2003年以降、細菌性食中毒の中で最も発生件数が多い病因物質である(厚生労働省:食中毒統計資料, https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoushokuhin/syokuchu/04.html, 2023/1/3 アクセス)。*C. jejuni* と *C. coli* は、汚染された食品や飲料水等を介してヒトに感染し、比較的長い潜伏期間の後、下痢、腹痛、発熱等を引き起こす⁴⁶⁾。国内で食中毒による死亡事例は報告されていないが、四肢の運動麻痺、呼吸筋麻痺等の重篤な炎症性脱髄疾患を引き起こすギラン・バレー症候群(Guillan-Barré Syndrome; GBS)との関連性が報告されている⁴⁷⁾。カンピロバクター食中毒の約80.3%は鶏肉に起因すると推計されており⁴⁸⁾、食中毒の主要な原因食品と考えられている。また、近年、食品流通の多様化等に伴い、同一ロット食品による大規模・広域的な食中毒が散見されている^{49,50)}。カンピロバクターについても、2016年に東京都と福岡県で開催されたイベントにおいて、加熱不十分な鶏肉による患者数875人の大規模な食中毒が発生しており⁵¹⁾、頻発する食中毒の発生防止対策が急務の課題となっている。

一方で、カンピロバクターは、30℃未満の温度では増殖できず⁵²⁾、大気中レベルの酸素濃度に曝されると死滅する⁵³⁾。このため、製品の流通段階以降で食中毒リスクが増加することは基本的にない。しかし、数百個程度の少ない菌量でヒトに感染する上^{54,55)}、環境ストレスに対する適応機構や病原性等に不明な点も多い。鶏肉類は、牛肉や豚肉のように生食に係る規格基準が設定されていないことから、十分な加熱がされていない状態での提供自体に法的な規制はない。東京都が消費者を対象に実施したアンケート調査によると、生や生に近い状態の食肉料理を食べる機会があると回答し

た者の割合は約 6 割で、同都が 2011 年に実施した調査時点の約 3 割に比べて大きく増加している⁵⁶⁾。肉の種類は、「牛肉」が 78.5%、「鶏肉」が 62.9%、「馬肉」が 55.7%で高く、2011 年と比較して「鶏のたたき・とりわさ」が 20.9 ポイント増 (28.3%→49.2%)、「鶏肉の刺身」が 18.8 ポイント増 (18.9%→37.7%) となっている⁵⁶⁾。回答者のほとんどが生又は加熱不十分な食肉による食中毒リスクを認識している反面、それらを喫食した経験のある者の割合は増加傾向にあり⁵⁶⁾、食肉の生食等の危険性に関する消費者等への啓発の効果が十分に得られていないことが推察される。内閣府食品安全委員会は、鶏肉等におけるカンピロバクターのリスクプロファイルにおいて、消費者の生食割合を 80%低減させれば、69.6%の食中毒リスクの低減効果が得られるとしている²⁶⁾。消費者等の意識及び行動の変容は、カンピロバクター食中毒の発生防止のための重要な課題の一つである。これまで山口県内に流通する鶏肉類のカンピロバクター汚染に関する調査報告はなく、その実態は明らかになっていない。リスクコミュニケーションにおいては、適切な情報の提供が必要であり、地域で流通する食品の食中毒リスクの解明を進める必要がある。

本章(調査 1)では、鶏肉類の「流通段階」における食中毒リスク等の検討のため、山口県内の複数の小売店を対象とし、市販鶏肉類のカンピロバクター汚染実態を継続的に調査した。分離されたカンピロバクターについては、Multiplex PCR binary typing (mP-BIT) 法⁵⁷⁾を用いた遺伝子型別により地域性等を検討するとともに、ヒトの感染症治療等に使用される抗菌剤に対する薬剤耐性の獲得状況を調査した。

2-2 材料及び方法

2-2-1 検査時期及び検査材料

2016年5月から2022年8月までに、山口県内の小売店23店舗で購入した国産鶏肉類280検体を検査した。部位は、もも73検体、むね41検体、ささみ30検体、せせり19検体、皮18検体、手羽19検体、レバー53検体及び砂肝27検体であった。

原産地は、山口県産が106検体、広島県産が40検体、九州地方（福岡県、鹿児島県等）が32検体、国産（地域名なし）が102検体であった。

購入時期は、1月が26検体、2月が27検体、3月が17検体、4月が22検体、5月が18検体、6月が30検体、7月が25検体、8月が18検体、9月が27検体、10月が23検体、11月が20検体、12月が27検体であった。

2-2-2 カンピロバクターの分離及び同定法

分離法は国立医薬品食品衛生研究所の標準試験法に則った^{58, 59)}。検体25gにプレストン増菌培地 [Nutrient 培地 (OXOID) に馬溶血液5%, カンピロバクター発育サプリメント (OXOID) 及び抗菌剤 (ポリミキシン B (和光純薬) 5,000 IU/L, リファンピシン (和光純薬) 10 mg/L, トリメトプリム乳酸塩 (和光純薬) 10 mg/L, シクロヘキシミド (和光純薬) 100 mg/L) を添加] 100 mL を加え, ストマッカー処理を行った。同液を10 mL ずつ3本の試験管に分取し, 微好気条件下 ($N_2 : O_2 : CO_2 = 85 : 10 : 5$) の42 °Cで48時間増菌培養した。増菌培養液をカンピロバクター血液無添加選択寒天培地 (CCDA 培地) (関東化学) [抗菌剤 (セフォペラゾン (東京化成) 32 mg/L, アンホテリシン B (和光純薬) 10 mg/L, バンコマイシン (和光純薬) 10 mg/L) を添加] 及び BD™ mCCDA クリアーHT 寒天培地 (日本ベクトン・ディッキンソン) に塗抹し, 微好気条件下の42 °Cで48時間培養した。定型的集落を釣菌し, 純培養後, Polymerase chain reaction (PCR) 法⁶⁰⁾により菌種を同定した (1検体当たり菌種ご

とに最大 3 コロニーのカンピロバクターを分離). PCR のポリメラーゼは Quick Taq® HS DyeMix (TOYOBO) を使用し, 初期熱変性は 94 °C で 2 分間とした. 反応後は, 2.0%アガロースゲル (NIPPON GENE) を用いて 100 V で 30 分間電気泳動を行い, エチジウムブロマイド染色後に増幅断片の分子サイズを確認した.

2-2-3 mP-BIT 法による遺伝子型別

分離株の染色体 DNA を MightyPrep reagent for DNA (TAKARA) を用いて抽出し, mP-BIT 法⁵⁷⁾による遺伝子型別を行った. ポリメラーゼに Quick Taq® HS DyeMix を使用し, 反応条件は初期熱変性 94 °C で 2 分とし, 熱変性 94 °C で 30 秒, アニーリング 60 °C で 90 秒, 伸長反応 72 °C で 90 秒を 30 サイクル, 最終伸長 72 °C で 10 分とした. 反応後は, 4.0%アガロースゲルを用いて 100 V で 80 分間電気泳動を行い, エチジウムブロマイド染色後に増幅断片の分子量を確認した. 遺伝子タイピング (mP-BIT スコア) は, 遺伝子 (*hipO* を除く) の増幅産物が得られた場合は 1, 得られなかった場合は 0 として, 2 進法で数値化したものを 10 進数に変換してパターン化した.

2-2-4 薬剤感受性試験

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) の微量液体希釈法⁶¹⁾により各種薬剤に対する最小発育阻止濃度 (MIC) を測定した. 薬剤は, アンピシリン (ABPC), メロペネム (MEPM), ストレプトマイシン (SM), カナマイシン (KM), ゲンタマイシン (GM), エリスロマイシン (EM), テトラサイクリン (TC), クロラムフェニコール (CP), ナリジクス酸 (NA), シプロフロキサシン (CPFX) 及びオフロキサシン (OFLX) の 11 剤を用いた. 各薬剤の測定濃度は, ABPC は 2~256 µg/ml, MEPM は 0.5~64 µg/ml, SM は 2~256 µg/ml, KM は 4~128 µg/ml, GM は 0.5~64 µg/ml,

EM は 2～256 µg/ml, TC は 1～128 µg/ml, CP は 2～256 µg/ml, NA は 2～256 µg/ml, CPFX は 0.5～64 µg/ml, OFLX は 0.5～64 µg/ml とした。ブレイクポイント (BP) は, CLSI⁶²⁾又は JVARM⁶³⁾の値を用い, ABPC は 32 µg/ml, SM は 32 µg/ml, EM は 32 µg/ml, TC は 16 µg/ml, CP は 16 µg/ml, NA は 32 µg/ml, CPFX は 4 µg/ml とした。CLSI 又は JVARM で BP が示されていない MEPM, KM, GM 及び OFLX については, Lehtopolku ら⁶⁴⁾と Luangtongkum ら⁶⁵⁾の報告の値を参考に, MEPM は 16 µg/ml, KM は 64 µg/ml, GM は 16 µg/ml, OFLX は 8 µg/ml とした。

2-3 結果

2-3-1 市販鶏肉類のカンピロバクター汚染

山口県内の市販鶏肉類 280 検体中 100 検体 (35.7%) から *C. jejuni* 計 168 株, *C. coli* 計 41 株が分離された. 部位別の陽性検体数は, 陽性率が高かった順に, レバー53 検体中 30 検体 (56.6%), 皮 18 検体中 9 検体 (50.0%), セセリ 19 検体中 8 検体 (42.1%), むね 41 検体中 15 検体 (36.6%), もも 73 検体中 23 検体 (31.5%), 砂肝 27 検体中 8 検体 (29.6%), 手羽 19 検体中 4 検体 (21.1%), ささみ 30 検体中 3 検体 (10.0%) であった (図 2-1). 菌種別の陽性検体数は, *C. jejuni* が 86 検体 (81.9%), *C. coli* が 19 検体 (18.1%) で, うち 5 検体 (5.0%) からは両菌種が分離された. 購入時期別の陽性検体数は, 1 月が 26 検体中 8 検体 (30.8%), 2 月が 27 検体中 12 検体 (44.4%), 3 月が 17 検体中 1 検体 (5.9%), 4 月が 22 検体中 6 検体 (27.3%), 5 月が 18 検体中 7 検体 (38.9%), 6 月が 30 検体中 7 検体 (23.3%), 7 月が 25 検体中 12 検体 (48.0%), 8 月が 18 検体中 11 検体 (61.1%), 9 月が 27 検体中 15 検体 (55.6%), 10 月が 23 検体中 10 検体 (43.5%), 11 月が 20 検体中 5 検体 (25.0%), 12 月が 27 検体中 6 検体 (22.2%) であった (図 2-2). 産地別の陽性検体数は, 山口県産は 106 検体中 38 検体 (35.8%), 広島県産は 40 検体中 14 検体 (35.0%), 九州産は 32 検体中 5 検体 (15.6%), その他国産は 102 検体中 43 検体 (42.2%) であった. なお, 購入年や購入店舗による汚染率の差はみられなかった.

2-3-2 市販鶏肉類由来カンピロバクターの遺伝子型

市販鶏肉類由来カンピロバクターの遺伝子型別の結果を表 2-1 に示す.

C. jejuni 168 株の mP-BIT スコアは 35 タイプに分類された. 11-311 (保有遺伝子: *cfrA*, *Maf5/pseE*, Cj0008, *cgtA*, *gmhA2*, Cj1321, *panB*, Cj0423, Cj0122) のタイプの株が最も多く分離され, 全ての薬剤に感受性で, 分離された 14 検体は全て山口

県A市産の鶏肉類であった。次いで、138-311(保有遺伝子:CJE1733, *cfrA*, *Maf5/pseE*, *cgtA*, *gmhA2*, Cj1321, *panB*, Cj0423, Cj0122) のタイプの株が多く、NA-CPFX-OFLX 耐性又は全ての薬剤に感受性で、分離された13検体中12検体は広島県産の鶏肉類であった。その他主なタイプとして、10-55(保有遺伝子:*cfrA*, *Maf5/pseE*, *gmhA2*, Cj1321, *panB*, Cj0423, Cj0122)のタイプの株が6検体から、10-53(*cfrA*, *Maf5/pseE*, *gmhA2*, Cj1321, *panB*, Cj0122)のタイプの株が7検体から、15-439(*cfrA*, Cj0265, *Maf5/pseE*, Cj0008, *cgtA*, *tetO*, *gmhA2*, Cj1321, *panB*, Cj0423, Cj0122)のタイプの株が5検体から、58-159(Cj1135, Cj1136, *cfrA*, *Maf5/pseE*, *tetO*, Cj1321, *wlaN*, *panB*, Cj0423, Cj0122)のタイプの株が4検体から分離された。10-55株はABPC-NA-CPFX-OFLX 耐性又は全ての薬剤に感受性、10-53株はSM 耐性又はNA-CPFX-OFLX 耐性、15-439株はTC-NA-CPFX-OFLX 耐性又はABPC-TC-NA-CPFX-OFLX 耐性、58-159株はTC-NA-CPFX-OFLX 耐性、ABPC-TC 耐性又はABPC-TC-NA-CPFX-OFLX 耐性であった。

C. coli 41 株の mP-BIT スコアは 11 タイプに分類された。202-6(保有遺伝子:CJE1733, *virB8/comB1*, *cfrA*, *Maf5/pseE*, *panB*, Cj0423)のタイプの株が最も多く分離され、NA-CPFX-OFLX 耐性で、5検体から分離された。その他主なタイプとして、138-20(保有遺伝子:CJE1733, *cfrA*, *Maf5/pseE*, Cj1321, *panB*)のタイプの株が3検体から分離され、ABPC-SM 耐性、ABPC-NA-CPFX-OFLX 耐性又はEM 耐性であった。

2-3-3 市販鶏肉類由来カンピロバクターの薬剤耐性

分離株の各薬剤に対する耐性率を図 2-3, 薬剤耐性パターンを表 2-2 に示す。なお、同検体から同じ薬剤耐性パターンの菌種が複数分離された場合は 1 株として集計した。

C. jejuni の各薬剤の耐性率（菌株数）は、ABPC が 25.6%（22 株）、SM が 5.8%（5 株）、KM が 1.0%（1 株）、TC が 24.4%（21 株）、NA が 43.0%（37 株）、CPFX が 43.0%（37 株）、OFLX が 43.0%（37 株）で、MEPM、GM、EM 及び CP には全ての菌株が感受性であった。*C. coli* の各薬剤の耐性率は、ABPC が 15.8%（2 株）、SM が 31.6%（6 株）、KM が 26.3%（5 株）、EM が 21.1%（4 株）、TC が 47.4%（9 株）、CP が 5.3%（1 株）、NA が 52.6%（10 株）、CPFX が 52.6%（10 株）、OFLX が 52.6%（10 株）で、MEPM と GM には全ての菌株が感受性であった。

C. jejuni の薬剤耐性パターンは、0～5 剤の 12 パターンで、ABPC-TC-NA-CPFX-OFLX が 8 株、SM-TC-NA-CPFX-OFLX が 1 株、ABPC-NA-CPFX-OFLX が 6 株、SM-KM-TC-NA が 1 株、TC-NA-CPFX-OFLX が 7 株、ABPC-CPFX-OFLX が 1 株、NA-CPFX-OFLX が 14 株、ABPC-TC が 2 株、ABPC が 5 株、SM が 3 株、TC が 2 株、全ての薬剤に感受性が 44 株であった。*C. coli* の薬剤耐性パターンは、0～6 剤の 14 パターンで、SM-EM-TC-NA-CPFX-OFLX が 1 株、KM-EM-TC-NA-CPFX-OFLX が 1 株、KM-TC-NA-CPFX-OFLX が 1 株、ABPC-NA-CPFX-OFLX が 1 株、SM-KM-TC-CP が 1 株、ABPC-SM-TC が 1 株、SM-KM-TC が 1 株、KM-EM-TC が 1 株、NA-CPFX-OFLX が 6 株、ABPC-SM が 1 株、SM-TC が 1 株、EM が 1 株、TC が 1 株、全ての薬剤に感受性が 1 株であった。

2-4 考察

本調査により、山口県に流通する市販鶏肉類のカンピロバクターの汚染実態が明らかとなり、汚染率は全体で 35.7% (10.0~56.6%) であった。2021 年 6 月から全ての規模の食鳥処理場に HACCP に沿った衛生管理の実施が義務付けられた³⁵⁾。2021 年 5 月以前の全体の汚染率は 34.8%、2021 年 6 月以降の全体の汚染率は 36.4%であり、差はみられなかった。今後、各施設において HACCP に沿った衛生管理が適切に運用されることにより鶏肉類の汚染低減につながることを期待でき、汚染実態を継続的に把握していくことが重要である。他県における鶏肉類のカンピロバクター汚染率は、もも 29.4~70.4%、むね 48~80.6%、ささみ 27.3~75.0%、皮 27.3%、手羽先 18.2~19.0%、レバー 36.4~71.8%、砂肝 0~57.1%など報告により差がみられる^{23, 27, 28, 66-68)}。この差は、検体の採取時期や検査手法等の影響のほか、生産地域の食鳥処理場や生産農場等における汚染状況や衛生管理等の違いが要因になっている可能性がある。

市販鶏肉類の汚染率は 8 月が 61.1%で最も高率であった。Ishihara らの調査²¹⁾では 9 月と 11 月 (80%以上)、佐藤らの調査²⁸⁾では 9 月 (81%) が特に高率であったことが報告されており、本県の汚染率は比較的低い傾向にあるが、夏季から秋季にかけて汚染率が高まる傾向は同様と考えられた。汚染率に季節性が生じる要因は明らかになっていないが、夏季には汚染菌数も高い傾向にあることが報告されており^{28, 69)}、処理される鶏の保菌率や鶏群の汚染割合の違いなどの影響が要因として考えられる。今後、食鳥処理工程における鶏肉類の汚染菌数等を通年で調査し、汚染度合の季節性について明らかにすることで、より詳細な食中毒リスクの解明が可能と考えられる。

mP-BIT 法による分離株の遺伝子型別の結果、*C. jejuni* は 35 タイプ、*C. coli* は 11 タイプと多様な遺伝子型が確認され、陽性検体の 7%からは同菌種であっても遺伝子型や薬剤耐性が異なる菌株が分離された。このため、鶏肉類が複数の菌株の汚染を受けている場合があることが明らかとなり、汚染実態を正確に把握するためには、可能

な限り多くの菌株を分離することに留意する必要がある。一部の菌株では、運動性関連遺伝子、細胞侵入性関連遺伝子、GBS 関連遺伝子等の病原性関連遺伝子を保有していた⁷⁰⁾。また、中村ら⁷¹⁾による食中毒患者由来 *C. jejuni* の mP-BIT タイプの解析では、15-311 (保有遺伝子: *cfrA*, Cj0265, *Maf5/pseE*, Cj0008, *cgtA*, *gmhA2*, Cj1321, *panB*, Cj0423, Cj0122), 0-260 (保有遺伝子: *cgtA*, *panB*), 0-292 (保有遺伝子: *cgtA*, *gmhA2*, *panB*), 58-63 (保有遺伝子: CJ1135, CJ1136, *cfrA*, *Maf5/pseE*, *gmhA2*, Cj1321, *wlaN*, *panB*, Cj0423, Cj0122), 8-36 (保有遺伝子: *cgtA*, *gmhA2*, *panB*) のタイプの株などが確認されており、本県の市販鶏肉類から分離されたそれらの遺伝子型の菌株も食中毒菌となり得る可能性が示唆された。さらに、*C. coli* の約 2 割が感染症治療時の第一選択薬剤として使用されるマクロライド系の EM に耐性、*C. jejuni* の約 4 割、*C. coli* の約 5 割が FQ 系の CPFX 等に耐性であり、県内の市販鶏肉類において感染症治療の難渋化が懸念される薬剤耐性カンピロバクターの拡散が懸念された。本県においても、過去に鶏のレバ刺し等の加熱不十分な鶏肉類が原因食品と推定されるカンピロバクター食中毒が発生している(山口県環境生活部生活衛生課, <https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a15300/syoku/yobou.html>, 2023/1/3 アクセス)。本県に流通する市販鶏肉類のカンピロバクター汚染率は、全体的には他県に比べて比較的低い傾向にあるものの、レバーや皮等の部位や夏季の汚染が高率であることなどの特徴がみられた。分離株の遺伝的背景等からも、本県に食中毒リスクの高い市販鶏肉類が流通していることが示唆された。本調査で得られた知見をリスクコミュニケーション等に活用し、消費者や事業者等に対し、鶏肉類の生食等の危険性、調理時の十分な加熱や二次汚染防止等の食中毒の発生防止に係る啓発・指導を一層進めていくことが必要である。また、鹿児島県や宮崎県のように、生食用の鶏肉に成分規格や加工基準を設けるなど、食中毒リスクを更に低減するための規制強化の検討も必要と考える。

C. jejuni の 138-311 株が分離された 13 検体中 12 検体は同店舗の同産地の検体であり（残り 1 検体は産地の詳細不明）、2018 年から 2021 年までに継続的に分離された。また、山口県 A 市産の鶏肉類から分離された *C. jejuni* の 10-22（保有遺伝子：*cfrA*, *maf5*/*pseE*, CJ1321, *panB*, Cj0423）のタイプの株なども 2016 年から継続して分離されたことから、一部の地域では食鳥処理場や生産農場が特定の遺伝子型の菌により持続的に汚染されている可能性が推察された。さらに、*C. jejuni* の 11-311 株は、2021 年以降、山口県 A 市産の鶏肉類からのみ分離され、陽性検体のうち約 58% から分離された。このため、11-311 株は、近年、山口県 A 市の地域において拡散が進み、鶏肉類を汚染する主要な遺伝子型となっていることが示唆された。現状、鶏肉類の産地表示は原産国表示が認められているため、具体的な生産地域を特定することが困難になっている場合が多い。mP-BIT 法は簡便かつ短時間で安価にカンピロバクターの遺伝子型別が可能な手法であり⁵⁷⁾、食品や畜産動物、食中毒患者等から分離された菌株の遺伝子型の知見を蓄積することで、食品の食中毒リスクの更なる解明の他、食中毒発生時の感染経路の推定等への活用が期待できる。ただし、0-292 株と 8-36 株はウシ胆汁からの分離が報告されており⁷¹⁾、遺伝子型によっては異なる畜種で拡散していることが推察され、感染経路の推定等に本手法を用いる際は、解析に留意する必要がある。

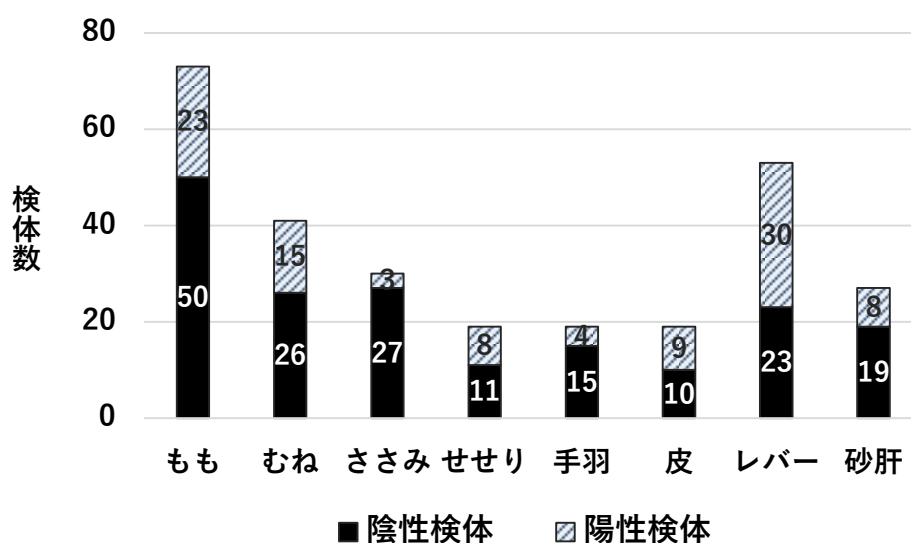


図 2-1 山口県内の市販鶏肉類のカンピロバクター汚染実態（部位別）

山口県内の小売店 23 店舗で購入した市販鶏肉類のカンピロバクター汚染状況（部位別）について、黒色の棒グラフは陰性検体、青色の棒グラフは陽性検体を示す。

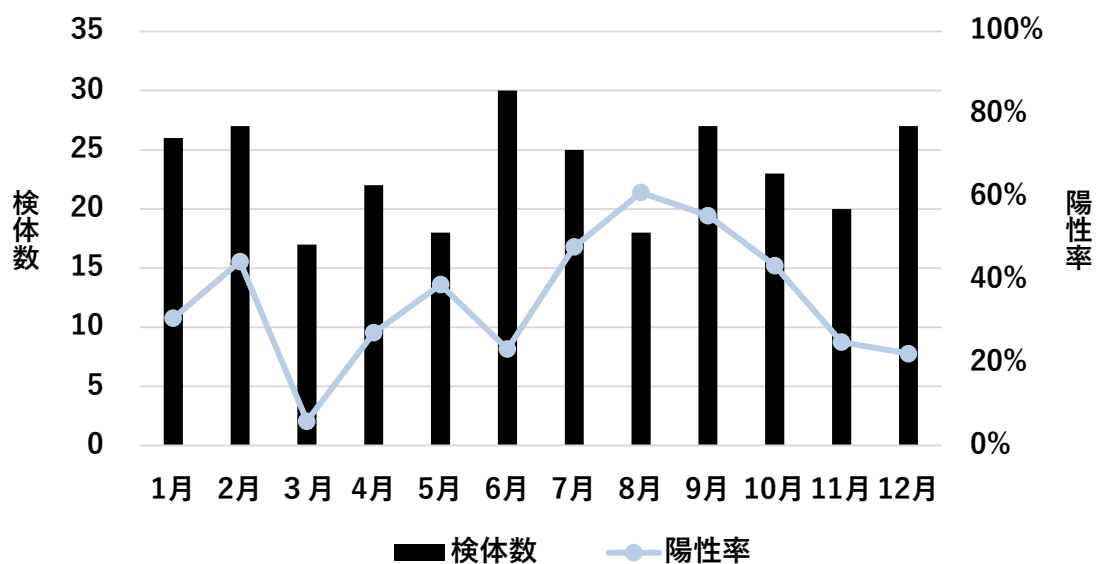


図 2-2 山口県内の市販鶏肉類のカンピロバクター汚染実態（購入月別）

山口県内の小売店 23 店舗で購入した市販鶏肉類のカンピロバクター汚染状況（購入月別）について、黒色の棒グラフは検体数、青色の折れ線グラフは陽性率を示す。

表 2-1 市販鶏肉由来カンピロバクターの遺伝子型 (mP-BIT 法)
a *C. jejuni*

菌種	検体採取年	検体の産地	薬剤耐性パターン	mP-BIT スコア	標的遺伝子 (mP-BIT)																		
					Primer mix1					Primer mix2													
					CjE1500	CjE1783	mtbksvami	Cj1135	Cj1136	cfrA	Cj0265	MutbpmcE	Cj0008	cgfA	tetO	flgE2	gmbh42	Cj1321	wlaN	panB	Cj0423	Cj0122	
<i>C. jejuni</i>	2016	山口県A市	SM	10 - 53																			
	2016	山口県A市	SM	10 - 53																			
	2016	山口県A市	SM	10 - 53																			
	2021	-	SUS	10 - 53																			
	2021	-	NA-CPPFX-OFLX	10 - 53																			
	2022	山口県B市	SUS	10 - 53																			
	2022	山口県B市	SUS	10 - 53																			
	2016	山口県A市	SUS	10 - 22																			
	2021	山口県A市	SUS	10 - 22																			
	2021	山口県A市	SUS	10 - 22																			
	2016	山口県A市	TC-NA-CPEFX-OFLX	15 - 439																			
	2016	山口県A市	TC-NA-CPEFX-OFLX	15 - 439																			
	2016	山口県A市	ABPC-TC-NA-CPEFX-OFLX	15 - 439																			
	2016	山口県A市	ABPC-TC-NA-CPEFX-OFLX	15 - 439																			
	2016	-	TC-NA-CPEFX-OFLX	15 - 439																			
	2021	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2021	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2021	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2021	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2021	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2021	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS	11 - 311																			

a *C. jejuni* (続き)

菌種	検体 採取年	検体の 産地	検体の 産地	薬剤耐性パターン	mP-BIT スコア	標準的遺伝子 (mP-BIT)																		
						Primer mix1				Primer mix2														
						CJ1150	CJET733	verfB _{jeju}	Cj1135	Cj1136	cfpA	Cj0265	MutS _{jeju}	Cj0008	egtA	tetO	flgE2	ambA2	Cj1321	wlaN	panB	Cj0423	Cj0122	
<i>C. jejuni</i>	2016	山口県A市	SUS		8 - 55																			
	2016	山口県A市	SUS		15 - 423																			
	2021	山口県A市	NA-CPPFX-OFLX		8 - 36																			
	2021	山口県A市	ABPC-TC		58 - 189																			
	2021	山口県A市	TC		10 - 181																			
	2022	山口県A市	NA-CPPFX-OFLX		15 - 311																			
	2022	山口県A市	SUS		10 - 55																			
	2021	山口県B市	ABPC-NA-CPPFX-OFLX		10 - 55																			
	2021	山口県B市	ABPC-NA-CPPFX-OFLX		10 - 55																			
	2022	山口県B市	ABPC-NA-CPPFX-OFLX		10 - 55																			
	2022	山口県B市	ABPC-NA-CPPFX-OFLX		10 - 55																			
	2022	山口県B市	ABPC-NA-CPPFX-OFLX		10 - 55																			
	2022	山口県B市	SUS		138 - 55																			
	2022	山口県B市	SM-KM-TC-NA		4 - 288																			
	2016	-	SUS		0 - 292																			
	2017	-	SUS		0 - 292																			
	2021	広島県	SUS		0 - 292																			
	2018	広島県	SUS		138 - 311																			
	2018	広島県	SUS		138 - 311																			
	2018	-	SUS		138 - 311																			
	2021	広島県	NA-CPPFX-OFLX		138 - 311																			
	2021	広島県	NA-CPPFX-OFLX		138 - 311																			
	2021	広島県	NA-CPPFX-OFLX		138 - 311																			
	2021	広島県	NA-CPPFX-OFLX		138 - 311																			
	2021	広島県	NA-CPPFX-OFLX		138 - 311																			
	2021	広島県	NA-CPPFX-OFLX		138 - 311																			
	2022	広島県	NA-CPPFX-OFLX		138 - 311																			
	2022	広島県	NA-CPPFX-OFLX		138 - 311																			
	2022	広島県	NA-CPPFX-OFLX		138 - 311																			
	2021	広島県	SUS		62 - 63																			
	2021	広島県	SUS		62 - 63																			
	2022	広島県	NA-CPPFX-OFLX		138 - 295																			

a *C. jejuni* (続き)

菌種	検体 採取年	検体の 産地	薬剤耐性パターン	mP-BIT スコア	標的遺伝子 (mP-BIT)														
					Primer mix1					Primer mix2									
					CJ1135	CJ1136	<i>cfpA</i>	CJ0265	<i>Md99aeF</i>	CJ0008	<i>cgfA</i>	<i>tetO</i>	<i>flagE2</i>	<i>gmbA2</i>	CJ1321	<i>wdaN</i>	<i>panB</i>	CJ0423	CJ0122
<i>C. jejuni</i>	2021	鹿児島県	ABPC	58 - 63															
	2021	鹿児島県	ABPC	58 - 63															
	2022	鹿児島県	ABPC	58 - 63															
	2021	鹿児島県	SUS	11 - 23															
	2022	鹿児島県	ABPC-TC-NA-CPEFX-OFLX	186 - 159															
	2021	-	ABPC-TC-NA-CPEFX-OFLX	186 - 159															
	2016	-	TC-NA-CPEFX-OFLX	58 - 159															
	2016	-	TC-NA-CPEFX-OFLX	58 - 159															
	2021	-	ABPC-TC	58 - 159															
	2021	-	ABPC-TC-NA-CPEFX-OFLX	58 - 159															
	2016	-	SUS	186 - 63															
	2021	-	SUS	186 - 63															
	2017	-	ABPC	56 - 31															
	2017	-	ABPC	56 - 31															
	2018	-	ABPC-CPEFX-OFLX	56 - 31															
	2017	-	SUS	392 - 37															
	2017	-	SUS	392 - 37															
	2018	-	ABPC-TC-NA-CPEFX-OFLX	186 - 31															
	2018	-	ABPC-TC-NA-CPEFX-OFLX	186 - 31															
	2017	-	SUS	0 - 260															
	2021	-	NA-CPEFX-OFLX	0 - 260															
	2021	-	ABPC-NA-CPEFX-OFLX	0 - 260															
	2016	-	SUS	2 - 292															
	2017	-	TC-NA-CPEFX-OFLX	8 - 166															
	2017	-	SM-TC-NA-CPEFX-OFLX	0 - 388															
	2018	-	SUS	268 - 1															
	2018	-	SUS	138 - 53															
	2021	-	SUS	139 - 36															
	2021	-	SUS	134 - 36															
	2021	-	TC	186 - 175															
	2021	-	ABPC-TC-NA-CPEFX-OFLX	186 - 191															

検体の産地の「-」は国産を示す。
 薬剤耐性パターンの「SUS」は全ての薬剤に感受性を示す。
 ABPC; アンピシリン, SM; ストレプトマイシン, KM; カナマイシン, TC; テトラサイクリン, NA; ナリジクス酸, CPEFX; シブプロフロキサシン, OFLX; オフロキサシン。

b *C. coli*

菌種	検体採取年	検体の産地	薬剤耐性パターン	mP-BITスコア	標的遺伝子 (mP-BIT)																		
					Primer mix1						Primer mix2												
<i>C. coli</i>					CjE1500	CjE1733	<i>nrB3(nmrB)</i>	Cj1135	Cj1136	<i>cfxA</i>	Cj0265	<i>Mu09(nmr6)</i>	Cj0008	<i>egtA</i>	<i>tetO</i>	<i>flgB2</i>	<i>gmbh42</i>	Cj1321	<i>waaN</i>	<i>panB</i>	Cj0423	Cj0122	
	2016	山口県A市	SM-TC	136・142	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	-	SM-KM-TC	136・142	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2022	山口県A市	ABPC-SM-TC	136・169	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2022	山口県B市	SUS	202・21	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2018	-	ABPC-SM	138・20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2021	-	ABPC-NA-CPPFX-OFLX	138・20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2021	広島県	EM	138・20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2021	-	KM-TC-NA-CPPFX-OFLX	138・132	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2021	広島県	TC	138・132	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	-	NA-CPPFX-OFLX	202・6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	-	NA-CPPFX-OFLX	202・6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	-	NA-CPPFX-OFLX	202・6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2018	-	NA-CPPFX-OFLX	202・6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2018	-	NA-CPPFX-OFLX	202・6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	-	SM-KM-TC-CP	138・148	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	-	KM-EM-TC-NA-CPPFX-OFLX	202・133	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2016	-	NA-CPPFX-OFLX	138・6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2017	-	SM-EM-TC-NA-CPPFX-OFLX	138・181	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2021	-	KM-EM-TC	138・142	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

検体の産地の「-」は国産を示す。

薬剤耐性パターンの「SUS」は全ての薬剤に感受性を示す。

ABPC; アンピシリン, SM; ストレプトマイシン, KM; カナマイシン, EM; エリスロマイシン, TC; テトラサイクリン, CP; クロラムフェニコール, NA; ナリジクス酸, CPPFX; シプロフロキサシン, OFLX; オフロキサシン。

表 2-2 市販鶏肉類由来カンピロバクターの薬剤耐性パターン

菌種	菌株数	耐性 薬剤数	薬剤耐性パターン	
<i>C. jejuni</i>	8	5	ABPC-TC-NA-CPFX-OFLX	
	1	5	SM-TC-NA-CPFX-OFLX	
	6	4	ABPC-NA-CPFX-OFLX	
	1	4	SM-KM-TC-NA	
	7	4	TC-NA-CPFX-OFLX	
	1	3	ABPC-CPFX-OFLX	
	14	3	NA-CPFX-OFLX	
	2	2	ABPC-TC	
	5	1	ABPC	
	3	1	SM	
	2	1	TC	
	44	0	SUS	
	<i>C. coli</i>	1	6	SM-EM-TC-NA-CPFX-OFLX
		1	6	KM-EM-TC-NA-CPFX-OFLX
1		5	KM-TC-NA-CPFX-OFLX	
1		4	ABPC-NA-CPFX-OFLX	
1		4	SM-KM-TC-CP	
1		3	ABPC-SM-TC	
1		3	SM-KM-TC	
1		3	KM-EM-TC	
6		3	NA-CPFX-OFLX	
1		2	ABPC-SM	
1		2	SM-TC	
1		1	EM	
1		1	TC	
1		0	SUS	

薬剤耐性パターンの「SUS」は全ての薬剤に感受性を示す。

ABPC ; アンピシリン, SM ; ストレプトマイシン, KM ; カナマイシン, EM ; エリスロマイシン, TC ; テトラサイクリン, CP ; クロラムフェニコール, NA ; ナリジクス酸, CPFX ; シプロフロキサシン, OFLX ; オフロキサシン.

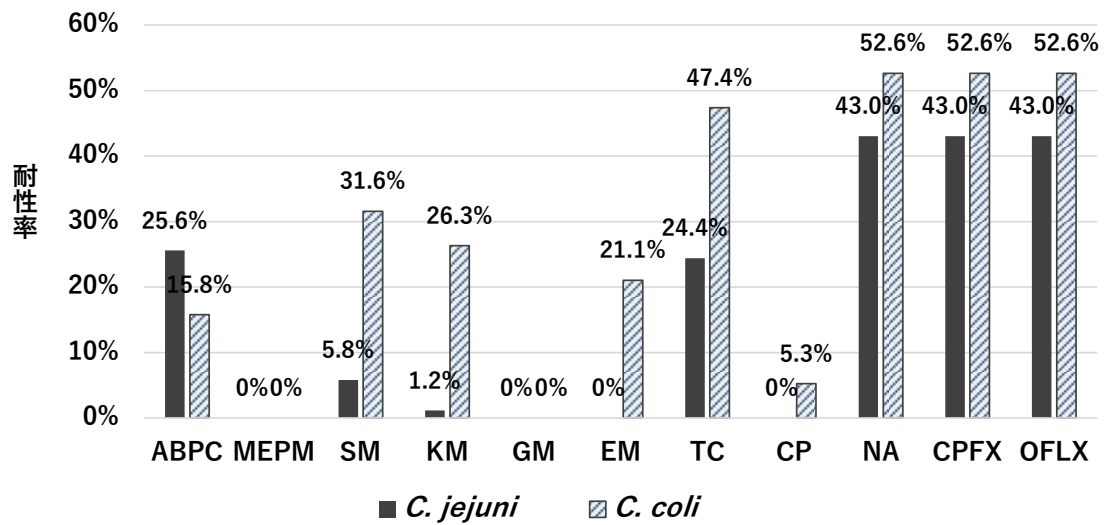


図 2-3 市販鶏肉類由来カンピロバクターの薬剤耐性率

山口県内の小売店 23 店舗で購入した市販鶏肉類から分離されたカンピロバクターについて、黒色のグラフは *C. jejuni*、青色のグラフは *C. coli* の薬剤耐性率を示す。

ABPC ; アンピシリン, MEPM ; メロペネム, SM ; ストレプトマイシン, KM ; カナマイシン, GM ; ゲンタマイシン, EM ; エリスロマイシン, TC ; テトラサイクリン, CP ; クロラムフェニコール, NA ; ナリジクス酸, CPFX ; シプロフロキサシン, OFLX ; オフロキサシン.

第3章 鶏肉類の食鳥処理段階における汚染実態調査（調査2）

3-1 緒言

市販鶏肉類のカンピロバクター汚染率等の差の要因として、食鳥処理工程における汚染の暴露の程度、処理や消毒の方法等の違いが推察される。一般的な処理工程（中抜き処理法）は、生体受入→懸鳥→と殺・放血→湯漬け→脱羽→頭・後肢切断→内臓摘出→内外洗浄→チラー冷却（予備・本冷却）→水切り→製品保管→解体・包装である⁷²⁾。各工程で製品の汚染リスクを高める可能性があるため、高度な衛生管理が求められる⁷³⁾。業界団体が策定した食鳥処理場における HACCP 手引書においては、冷却工程における殺菌剤の濃度、冷却温度及び冷却時間の管理が重要管理点（Critical Control Point ; CCP）に設定されている^{74, 75)}。同手引書では、CCP の管理基準として、次亜塩素酸ナトリウムを添加した冷却水中の残留塩素濃度を 30 ppm 以上とすることを一例として示している。次亜塩素酸ナトリウムは、冷却水に添加される一般的な殺菌剤であり、残留塩素濃度 30 ppm 以上の殺菌はカンピロバクターやサルモネラの汚染低減に効果的とされている⁷⁶⁾。しかし、水溶液中の遊離塩素は有機物と反応することにより殺菌効果が低減する上⁷⁷⁾、菌が鶏皮に付着している状態では完全な殺菌には至らないことが報告されている^{76, 78)}。このため、各施設の規模や設備、処理方法等の実態に応じて、適切な衛生管理手法を検討し、鶏肉類の汚染を確実に防除する対策を講じることが重要である。

本章（調査2）では、鶏肉類の食鳥処理段階における食中毒リスク等に係る検討のため、山口県 A 市に所在する 1 箇所の大規模食鳥処理場において、複数の鶏群（ロット）を対象として、冷却工程前後の鶏肉類のカンピロバクターの汚染実態等を調査した。

3-2 材料及び方法

3-2-1 検査時期及び検査材料

2018年7月から同年12月までの各月に一度（計6ロット）、山口県A市の1箇所の大規模食鳥処理場において、本冷却工程前後の鶏と体及び冷却工程前後のレバー、解体後のもも、むね及びささみを採取した（図3-1）。検体数は、鶏群（ロット）ごとに、鶏と体は冷却工程前後の各1羽分、冷却工程前後のレバー、もも、むね及びささみは同ロットからランダムに採取した各3検体の計17検体とした。検体は、他のロットからの交差汚染を避けるため、採取日の1番目に処理されたロットから採取した。鶏は全てブロイラー（45～50日齢）で、生産農場は7月が農場D-8、8月・9月・11月が農場I-32、10月が農場A-1、12月が農場D-6であった（農場番号は図4-1に対応）。これらの農場は、食鳥処理場から概ね30 Km圏内に所在していた。なお、当該食鳥処理施設は、中抜き処理法により鶏を解体していた。

3-2-2 カンピロバクターの分離及び同定法

2-2-2と同じ手法で行った。なお、鶏と体の検査は手羽・脚・腹の3箇所に分けて実施した。

3-2-3 生菌数計測

検体25 gに緩衝ペプトン水（BPW）（ニッスイ）225 mLを加え、ストマッカー処理を60秒間行い、段階希釈液100 µlを普通寒天培地（ニッスイ）に塗抹した。好気条件下の37℃で48時間培養した後、コロニー数をカウントし、検体1 g当たりのコロニー形成単位（cfu）を求めた。標準試験法では、一般生菌数の計測に滅菌生理食塩水及び標準寒天培地を使用するが、予備試験の結果、有意差は認められなかったものの、出現コロニー数の多かったBPW及び普通寒天培地の組み合わせを用いた⁷⁹⁾。試

験成績は、いずれも 3 回実施した試験の平均値及び標準偏差を求めた。チラー前後の菌数の比較には、6 ロットの平均値を求め、Mann-Whitney の U 検定により差の検定を行い、 $p < 0.05$ を有意差ありと判定した。

3-2-4 薬剤感受性試験

2-2-4 と同じ手法で行った。薬剤は、ABPC, SM, KM, EM, TC, CP, NA, CPFX 及び OFLX の 9 剤を用いた。

3-3 結果

3-3-1 冷却工程前後の鶏肉類のカンピロバクター汚染実態

本冷却工程前後の鶏と体及び冷却工程前後のレバーからの分離状況を表 3-1 に、製品（もも、むね、ささみ）の分離状況を表 3-2 に示す⁸⁰⁾。

7月 は、冷却工程前の鶏と体、冷却工程前後のレバー、もも、むねから *C. jejuni* が分離された。8月 は、冷却工程前後の鶏と体及びレバー並びにももから *C. jejuni* と *C. coli* が、むね及びささみから *C. coli* が分離された。9月 から 11月 までは、全ての検体から *C. jejuni* が分離された。12月 は、冷却工程前後の鶏と体及びレバー、もも、むねから *C. jejuni* が分離された。

3-3-2 冷却工程前後の鶏肉類の生菌数

本冷却工程前後の生菌数について、鶏と体及びレバーの結果を表 3-1 に、製品（もも、むね、ささみ）の結果を表 3-2 に示す⁸⁰⁾。

鶏と体 6 ロットの生菌数の平均値±標準偏差 (cfu/g) は、冷却工程前が $1.7 \times 10^4 \pm 1.4 \times 10^4$ 、冷却工程後が $3.3 \times 10^3 \pm 2.1 \times 10^3$ であり、冷却工程前後で有意差が認められた ($p < 0.05$)。レバー 6 ロットの平均値±標準偏差 (cfu/g) は、 $3.3 \times 10^3 \pm 1.4 \times 10^3$ 、チラー後のレバーは $6.2 \times 10^2 \pm 6.3 \times 10^2$ であり、冷却工程前後で有意差が認められた ($p < 0.05$)。製品の生菌数の平均値±標準偏差 (cfu/g) は、ももが $7.9 \times 10^2 \pm 2.9 \times 10^2 \sim 2.0 \times 10^3 \pm 1.1 \times 10^3$ 、むねが $8.7 \times 10^2 \pm 2.2 \times 10^2 \sim 4.0 \times 10^3 \pm 1.0 \times 10^3$ 、ささみが $1.3 \times 10^2 \pm 1.1 \times 10^2 \sim 3.0 \times 10^3 \pm 4.0 \times 10^2$ であった。また、6 ロットの生菌数の平均値±標準偏差 (cfu/g) は、ももが $1.4 \times 10^3 \pm 4.2 \times 10^2$ 、むねは平均 $2.2 \times 10^3 \pm 1.1 \times 10^3$ 、ささみは平均 $1.3 \times 10^3 \pm 9.7 \times 10^2$ であった。

3-3-3 鶏肉類由来カンピロバクターの薬剤耐性

各検体から分離された *C. jejuni* 計 67 株, *C. coli* 計 15 株について, 供試薬剤 9 剤の耐性率を図 3-2 に示した. *C. jejuni* の耐性率は, NA が 70.1%, CPFEX が 80.6%, OFLX が 80.6%であった. *C. coli* の耐性率は, SM が 60.0%, TC が 100%, NA が 100%, CPFEX が 100%, OFLX が 40.0%であった.

ロット (生産農場) 別の分離株の薬剤耐性パターンを表 3-3 に示す. 7 月 (農場 D-8), 8 月 (農場 I-32), 9 月 (農場 I-32) 及び 11 月 (農場 I-32) の各検体から分離された *C. jejuni* は全て NA-CPFEX-OFLX 耐性であった. 10 月 (農場 A-1) の各検体から分離された *C. jejuni* は全ての薬剤に感受性であった. 12 月 (農場 D-6) の各検体から分離された *C. jejuni* は NA-CPFEX-OFLX 耐性または CPFEX-OFLX 耐性であった. 8 月 (農場 I-32) の各検体から分離された *C. coli* は SM-TC-NA-CPFEX-OFLX 耐性, SM-TC-NA-CPFEX 耐性, TC-NA-CPFEX-OFLX 耐性又は TC-NA-CPFEX 耐性であった.

3-4 考察

2021年6月から全ての規模の食鳥処理場において HACCP に沿った衛生管理の実施が義務付けられた³⁵⁾。2018年7月（法改正直後）時点の食鳥処理場の HACCP 導入率は、大規模食鳥処理場が約 44%、認定小規模食鳥処理場が約 0.9%であり⁸¹⁾、HACCP の導入が十分に進んでいない中、本調査の食鳥処理場は従前から HACCP を導入し、民間の HACCP 認証を取得していた。当該施設では、冷却工程の殺菌剤に次亜塩素酸ナトリウムを用い、予備冷却では 80~150 ppm で 5 分間、本冷却では 50~100 ppm で 40 分間の消毒が行われていた。本冷却後の鶏肉類の生菌数は冷却前に比べて有意に少なく、当該工程は一定の消毒効果があると評価できた。しかし、出荷される製品はカンピロバクターに高度に汚染されていることが明らかとなり、冷却工程前後の鶏と体及びレバー、製品から同じ薬剤耐性パターンのカンピロバクターが分離されたことから、現状の衛生管理手法では食中毒リスクを十分に低減できていないことが示唆された。次亜塩素酸ナトリウムに代わる鶏肉の殺菌剤として、有機物の存在下においても効果が減少しにくい過酢酸があり、カンピロバクターやサルモネラの低減効果が報告されている^{82,83)}。過酢酸製剤は、わが国においても 2016 年に食肉への使用が認められ、鶏と体のカンピロバクター汚染低減効果が検証されている⁸⁴⁾。このため、本施設から出荷される鶏肉類の食中毒リスクの更なる低減のためには、冷却（消毒）工程について、食鳥検査員や食品衛生監視員の支援を得ながら、施設の処理羽数や設備等の実態に応じ、消毒薬の種類、使用濃度や冷却時間等の CCP に係る衛生管理の改善が必要である。

消毒前の鶏と体の汚染実態は生産農場や採取時期により違いはみられず、本地域の複数の生産農場の鶏が FQ 系耐性等を獲得したカンピロバクターの汚染を受けていることが示唆された。汚染鶏群の処理は他の鶏群（ロット）の製品にまで汚染が拡大する^{30,85,86)}ため、食中毒リスクの低減のためには、食鳥処理場における衛生管理の向上

と併せて、施設に汚染を持ち込ませないよう、生産段階である各農場における鶏の汚染防除策の検討を進めていく必要がある。

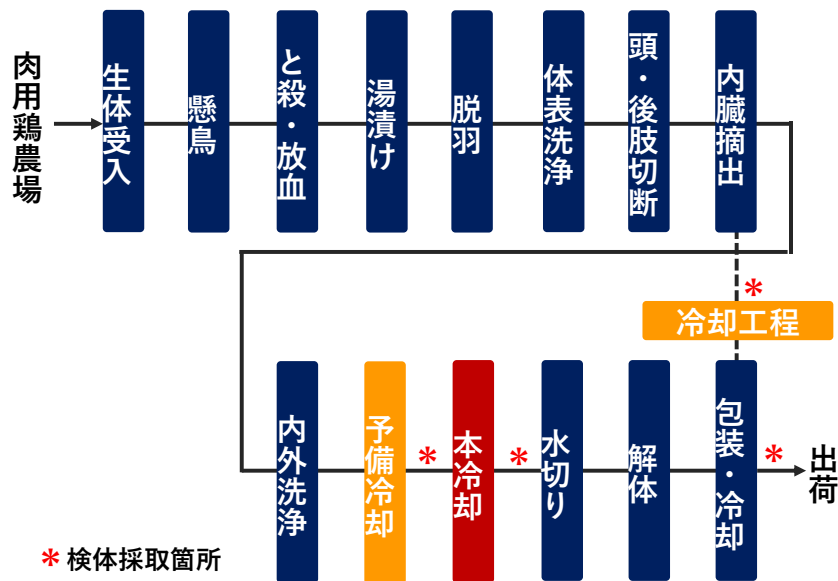


図 3-1 調査対象施設における食鳥処理工程及び検体採取箇所

調査対象とした食鳥処理場における食鳥処理工程及び検体採取箇所（*）を示す。
各検査月において、冷却工程前後の鶏と体及びレバー、製品（もも、むね、ささみ）を採取した。

表 3-1 食鳥処理場における本冷却工程前後の鶏肉類の汚染実態

検体名	月	生産農場	<i>Campylobacter</i> 分離結果		生菌数 (cfu/g)	
			冷却工程前	冷却工程後	冷却工程前	冷却工程後
鶏と体	7月	D-8	<i>C. jejuni</i>	N. D.	$3.0 \times 10^4 \pm 7.0 \times 10^3$	$7.0 \times 10^3 \pm 2.0 \times 10^3$
	8月	I-32	<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>	$6.9 \times 10^3 \pm 2.2 \times 10^3$	$1.9 \times 10^3 \pm 9.0 \times 10^2$
			<i>C. coli</i>	<i>C. coli</i>		
	9月	I-32	<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>	$8.4 \times 10^3 \pm 2.9 \times 10^3$	$7.0 \times 10^2 \pm 4.4 \times 10^2$
	11月	I-32	<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>	$5.4 \times 10^3 \pm 6.4 \times 10^2$	$4.5 \times 10^3 \pm 7.5 \times 10^2$
	10月	A-1	<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>	$4.1 \times 10^4 \pm 1.2 \times 10^3$	$4.1 \times 10^3 \pm 7.4 \times 10^2$
	12月	D-6	<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>	$9.5 \times 10^3 \pm 1.1 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3 \pm 5.1 \times 10^2$
			平均値±標準偏差		$1.7 \times 10^4 \pm 1.4 \times 10^4$	$3.3 \times 10^3 \pm 2.1 \times 10^3$
レバー	7月	D-8	<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>	$3.8 \times 10^3 \pm 3.6 \times 10^2$	$2.0 \times 10^3 \pm 6.0 \times 10^2$
	8月	I-32	<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>	$1.9 \times 10^3 \pm 3.8 \times 10^2$	$4.1 \times 10^2 \pm 1.8 \times 10^2$
			<i>C. coli</i>	<i>C. coli</i>		
	9月	I-32	<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>	$6.0 \times 10^3 \pm 2.2 \times 10^3$	$2.9 \times 10^2 \pm 1.0 \times 10^2$
	11月	I-32	<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>	$2.6 \times 10^3 \pm 6.5 \times 10^2$	$5.8 \times 10^2 \pm 2.5 \times 10^2$
	10月	A-1	<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>	$3.6 \times 10^3 \pm 2.0 \times 10^3$	$2.2 \times 10^2 \pm 1.1 \times 10^2$
	12月	D-6	<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>	$1.8 \times 10^3 \pm 6.2 \times 10^2$	$1.9 \times 10^2 \pm 1.2 \times 10^2$
			平均値±標準偏差		$3.3 \times 10^3 \pm 1.4 \times 10^3$	$6.2 \times 10^2 \pm 6.3 \times 10^2$

N. D.は不検出 (not detected) を示す。

山本倫也，溝手朝子：山口県の食鳥処理場における鶏肉類の *Arcobacter* 属菌及び *Campylobacter* 属菌による汚染状況並びに分離菌の薬剤感受性. 日食微誌, 37, 143-152 (2020).⁸⁰⁾ から引用して改変

表 3-2 食鳥処理場における解体後の鶏肉類の汚染実態

検体名	月	生産農場	<i>Campylobacter</i> 分離結果	生菌数 (cfu/g)
もも	7月	D-8	<i>C. jejuni</i>	$1.4 \times 10^3 \pm 3.7 \times 10^2$
	8月	I-32	<i>C. jejuni</i> <i>C. coli</i>	$2.0 \times 10^3 \pm 1.1 \times 10^3$
	9月	I-32	<i>C. jejuni</i>	$1.1 \times 10^3 \pm 2.9 \times 10^2$
	11月	I-32	<i>C. jejuni</i>	$1.8 \times 10^3 \pm 3.9 \times 10^2$
	10月	A-1	<i>C. jejuni</i>	$1.1 \times 10^3 \pm 5.7 \times 10^2$
	12月	D-6	<i>C. jejuni</i>	$7.9 \times 10^2 \pm 2.9 \times 10^2$
	平均値±標準偏差			
むね	7月	D-8	<i>C. jejuni</i>	$4.0 \times 10^3 \pm 1.0 \times 10^3$
	8月	I-32	<i>C. coli</i>	$1.5 \times 10^3 \pm 8.2 \times 10^2$
	9月	I-32	<i>C. jejuni</i>	$8.7 \times 10^2 \pm 2.2 \times 10^2$
	11月	I-32	<i>C. jejuni</i>	$2.8 \times 10^3 \pm 7.0 \times 10^2$
	10月	A-1	<i>C. jejuni</i>	$1.3 \times 10^3 \pm 6.7 \times 10^2$
	12月	D-6	<i>C. jejuni</i>	$2.7 \times 10^3 \pm 8.2 \times 10^2$
	平均値±標準偏差			
ささみ	7月	D-8	N. D.	$3.0 \times 10^3 \pm 4.0 \times 10^2$
	8月	I-32	<i>C. coli</i>	$1.1 \times 10^3 \pm 6.4 \times 10^2$
	9月	I-32	<i>C. jejuni</i>	$4.0 \times 10^2 \pm 1.3 \times 10^2$
	11月	I-32	<i>C. jejuni</i>	$1.0 \times 10^3 \pm 5.3 \times 10^2$
	10月	A-1	<i>C. jejuni</i>	$2.0 \times 10^3 \pm 1.2 \times 10^3$
	12月	D-6	N. D.	$1.3 \times 10^2 \pm 1.1 \times 10^2$
	平均値±標準偏差			

N. D.は不検出 (not detected) を示す。

山本倫也，溝手朝子：山口県の食鳥処理場における鶏肉類の*Arcobacter*属菌及び*Campylobacter*属菌による汚染状況並びに分離菌の薬剤感受性. 日食微誌, 37, 143-152 (2020). 80) から引用して改変

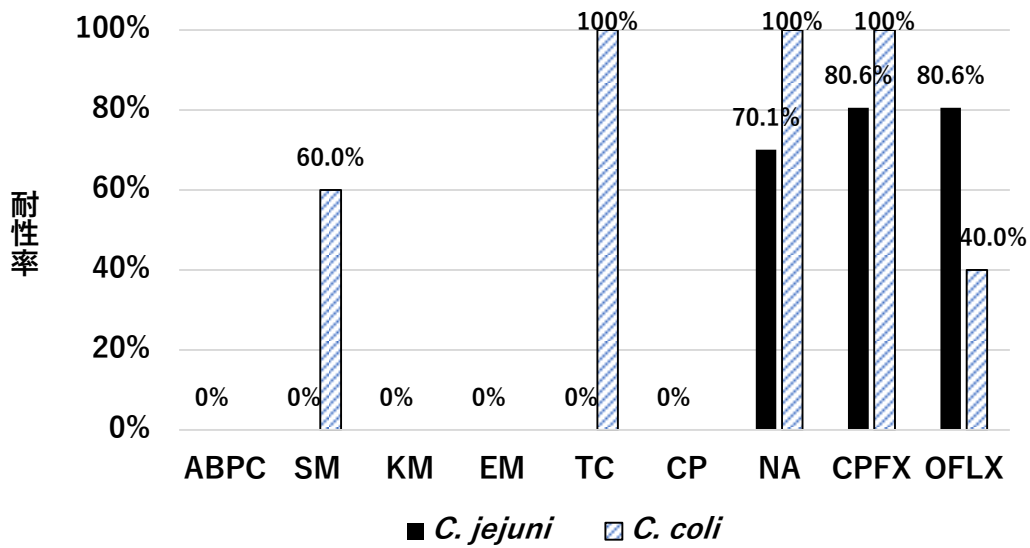


図 3-2 食鳥処理場の鶏肉類由来カンピロバクターの薬剤耐性率

食鳥処理場で採取した鶏肉類から分離されたカンピロバクターについて、黒色のグラフは *C. jejuni*、青色のグラフは *C. coli* の薬剤耐性率を示す。

ABPC；アンピシリン，SM；ストレプトマイシン，KM；カナマイシン，EM；エリスロマイシン，TC；テトラサイクリン，CP；クロラムフェニコール，NA；ナリジクス酸，CPF；シプロフロキサシン，OFLX；オフロキサシン。

表 3-3 食鳥処理場の鶏肉類由来カンピロバクターの薬剤耐性パターン

菌種	生産農場	月	分離株数	薬剤数	薬剤耐性パターン
<i>C. jejuni</i>	D-8	7月	10	3	NA-CPF-OFLX
	I-32	8月	10	3	NA-CPF-OFLX
	I-32	9月	11	3	NA-CPF-OFLX
	I-32	11月	12	3	NA-CPF-OFLX
	A-1	10月	13	0	SUS
	D-6	12月	11	3	NA-CPF-OFLX
<i>C. coli</i>	I-32	8月	15	2	CPF-OFLX
				5	SM-TC-NA-CPF-OFLX
				4	SM-TC-NA-CPF
				4	TC-NA-CPF-OFLX
3	TC-NA-CPF				

薬剤耐性パターンの「SUS」は全ての薬剤に感受性を示す。

SM；ストレプトマイシン，TC；テトラサイクリン，NA；ナリジクス酸，CPF；シプロフロキサシン，OFLX；オフロキサシン。

山本倫也，溝手朝子：山口県の食鳥処理場における鶏肉類の *Arcobacter* 属菌及び *Campylobacter* 属菌による汚染状況並びに分離菌の薬剤感受性。日食微誌，37，143-152 (2020).⁸⁰⁾ から引用して改変

第4章 鶏肉類の生産段階における汚染実態調査（調査3）

4-1 緒言

食鳥処理では、機器や設備等の適切な洗浄・消毒、適切な消毒薬の使用等により、鶏肉中のカンピロバクター及びサルモネラの汚染を低減させることが可能である⁷³⁾。しかし、処理される鶏が汚染されていた場合、食鳥処理工程において他のロットの製品にまで汚染は拡大する^{30, 32, 85-87)}。この交差汚染の防止策として、非汚染鶏群を先に処理した後に汚染鶏群を処理する「区分処理」が効果的とされているが^{87, 88)}、鶏群の汚染の有無を確認する迅速かつ簡便な検査法が必要である上、出荷計画の調整が煩雑になるといった課題により導入は容易ではない。このため、食鳥処理場に汚染を持ち込まない対策、つまり、農場における非汚染鶏群の生産は鶏肉類の食中毒リスクの低減に極めて重要である。

カンピロバクターとともに国内の主要な食中毒菌であるサルモネラは、グラム陰性の通性嫌気性桿菌で、血清型の組み合わせにより2,650種以上に分類される⁸⁹⁾。中でも *Salmonella enterica* subsp. *enterica* に分類される非チフス性サルモネラは、鶏肉から高率に分離される⁹⁰⁾。サルモネラによる食中毒は、汚染食品を喫食してから12～48時間の潜伏期間を経て発症し、下痢、腹痛、嘔吐、発熱等を呈する⁹¹⁾。国内のサルモネラ食中毒は、1990年代から2000年代初頭にピークに達し、患者数が1万人を超える年もあったが、2021年の患者数は318人で、大きく減少している（厚生労働省：食中毒統計資料，https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoku/shokuhin/syokuchu/04.html，2023/1/3アクセス）。しかし、近年においても国内の鶏肉は高率にサルモネラに汚染されており^{25, 27)}、鶏肉の汚染実態と食中毒の減少との関連性は明らかになっていない⁹¹⁾。また、サルモネラは、乾燥抵抗性やバイオフィルム形成能を有するといった性状を有し、環境中で長期間生存することなどから⁹²⁻⁸⁴⁾、設備や器具等を介した二次汚染による食中毒の発生も懸念される⁹¹⁾。一般的な発症菌

量よりも少ない菌量で発症する場合もあり⁹⁵⁾、鶏肉類の食中毒リスクの更なる低減が必要である。また、鶏肉や肉用鶏からは、FQ系やペニシリン系薬剤、肉用鶏への使用が認可されていない第三世代セファロスポリン系薬剤に耐性を獲得したサルモネラ⁹⁶⁾の分離報告も散見されており^{18-20,96-98)}、薬剤耐性菌の観点からも対策を進めていく必要がある。

肉用鶏のカンピロバクター及びサルモネラの汚染源は、糞便や敷料等の鶏舎環境、衛生害虫や野生動物、飼料や飲水、作業員等の様々な要因が推定されている³⁶⁻⁴¹⁾。また、サルモネラ汚染は、種鶏からの垂直感染も要因の一つと考えられている^{40,41)}。同農場であっても鶏群や鶏舎により汚染状況に差がみられることもあり^{99,100)}、汚染の侵入・拡散の要因は飼養環境や飼養管理方法等に大きく影響を受けることが推察される。さらには、西日本の肉用鶏のカンピロバクター汚染率が高い³⁸⁾、サルモネラの血清型分布が地域により異なる¹⁰¹⁾といった地域性に関する報告もある。生産段階における農場の衛生管理の向上による食中毒リスクの低減については、HACCPに沿った衛生管理により、一般的衛生管理（飼養衛生管理基準）の遵守を前提として、個々の農場における飼養管理方法や汚染要因等の実態に応じて、効果的かつ効率的な対策を講じることが重要である。

第4章（調査3）では、鶏肉類の生産段階における食中毒リスク等に係る検討のため、まず、中国地方（山口県）及び九州地方の複数の肉用鶏農場を対象として、肉用鶏のカンピロバクター及びサルモネラの汚染実態を調査した。次に、山口県A市に所在する特定の肉用鶏農場において、肉用鶏の汚染要因を特定し、汚染低減策を検討するため、一連の生産サイクルにおいて、飼養環境や肉用鶏等の経時的な調査等を実施した。

4-2 材料及び方法

4-2-1 検査時期及び検査材料

(1) 複数農場における肉用鶏の盲腸便

2018年10月から2020年7月までに、中国地方（山口県A市，約30km圏内）の1県9地域（地域A～I）の32農場，九州地方（約80km圏内）の1県5地域（地域J～N）の28農場を対象とし，1回の調査で同鶏群の5羽を検査した．検査試料は盲腸便とし，食鳥処理工程で摘出された盲腸から採取した．肉用鶏の日齢と品種は，中国地方が45～50日齢のブロイラー，九州地方が50～60日齢のブロイラー又は70～75日齢の銘柄鶏であった．検査鶏群数は表4-1のとおりで，一部の農場では異なる時期に複数回の検査を実施した．なお，中国地方と九州地方の各地方には，それぞれに種鶏生産から鶏肉の加工までを一貫管理するグループ会社があり，同社により雛鶏の供給，飼料の選定，衛生管理の指導，動物用医薬品の投与等の生産管理が行われていた．

(2) 農場における汚染要因と汚染低減策の検討のための調査

2021年5月から同年7月まで（1期目）と2022年5月から同年7月まで（2期目）に，中国地方（山口県A市）の農場D-5の鶏舎A及び鶏舎Bを対象とした．当該農場には10棟の鶏舎が存在し，1鶏舎（約700m²）当たり約14,000羽/サイクルが飼養されていた．鶏舎は全てウインドウレス形態で，同一の種鶏場，孵卵場で生産された雛が導入され，鶏舎単位でのオールイン・オールアウト方式で入出荷が行われていた．

本農場の鶏舎では，ブロイラーをオールアウト後，ブロイラーの排泄物等を含んだ敷料を50cm程度の高さに山積みし，微生物混合飼料を撒き，数日間隔で切り返しながら10日程度発酵させた「発酵堆積糞」を敷料として利用していた．発酵堆積糞の除

去と鶏舎の入念な洗浄・消毒が肉用鶏の汚染低減につながるかを検証するため、鶏舎 A では、成鳥出荷後に鶏舎内の敷料（発酵堆積糞）や排泄物等を全て搬出し、界面活性剤・苛性ソーダ含有消毒剤を床面に散布し、高圧洗浄機により水洗した上で、塩化ジデシルジメチルアンモニウム含有消毒剤による発泡消毒に加え、オルトジクロロベンゼン／キノメチオネート含有消毒剤と消石灰による消毒を行った。その後、飼養環境の検査を行い、敷料として新品の木材チップを敷設した後、グルタルアルデヒド含有消毒剤による煙霧消毒を行い、鶏舎外周囲の約 5 m 幅に消石灰を散布した。鶏舎 B では、入雛前の洗浄・消毒を従来どおりの方法で、床面の除糞と高圧洗浄機による水洗、同じ発泡消毒を行い、発酵堆積糞を敷設した後、同じ煙霧消毒を行い、鶏舎外周囲に消石灰を散布した。

1 期目の検査：鶏舎の環境試料として、「鶏舎内床面」「天井柱」「ほこり（換気扇）」「ブルーダー（暖房器具）」「飼料（抗菌性物質を含まない配合飼料）」「飲水（塩素消毒された井戸水）」「雛マット（孵卵場から農場まで雛を輸送する箱のマット）」「サービスルーム床面」「鶏舎外周囲」を検査した。環境試料の検査は、洗浄・消毒実施後（鶏舎 A のみ）、入雛前、入雛時（0 週）、入雛 3 週後、入雛 6 週後に実施した。各環境試料は次の方法により採取した。鶏舎内床面、サービスルーム床面及び鶏舎外周囲は、15 cm×40 cm の環境包帯を巻き付けた長靴で牽引した。天井柱、ほこり（換気扇）及びブルーダーは 600 cm² の滅菌環状包帯により拭き取った。雛マットは 10 cm 角の環状包帯により 10 枚分を拭き取った。飼料は、入雛時は飼料袋から、入雛 3 週と 6 週は貯蔵タンクの給餌口から 1 検体当たり 50 g を滅菌容器に採取した。飲水は貯水タンク及び鶏舎前の蛇口から 1 検体当たり 1 L を滅菌容器に採取した。肉用鶏の検査は、入雛 1 週から 6 週までの週 1 回と出荷時に実施した。検査試料は盲腸便とし、飼養期間中は死鳥 1～5 羽の盲腸から、出荷時は食鳥処理工程で摘出された 10 羽分の盲腸から採取した。また、調査対象とした鶏群の食鳥処理後のむね肉（製品）2 kg を採取した。

2 期目の検査：環境試料は，1 期目の試料に加え，「ドリンカー」「作業員の長靴」「作業員の手袋」「はかり（雛の体重計測に使用）」を検査した．検査は，ドリンカーは入雛時，長靴と手袋は入雛時，入雛 3 週及び 6 週，はかりは入雛前，入雛 3 週及び 6 週に行った．各試料は 600 cm²の環状包帯により拭き取って採取した．肉用鶏とむね肉は 1 期目と同方法，同時期に採取した．

4-2-2 カンピロバクターの分離及び同定法

分離法は Herman ら¹⁰²⁾の手法及び国立医薬品食品衛生研究所の標準試験法^{58, 59)}に則った．盲腸便は 9 倍量の BPW を加えて均質化した液 1 ml にプレストン増菌培地 9 mL を加えた．環状包帯はプレストン培地 90 mL に浸漬した．飲水は 1 L を孔径 0.2 μm のメンブレンフィルターで濾過し，フィルターをプレストン増菌培地 10 mL に浸漬した．飼料とむね肉は 25 g にプレストン増菌培地 100 mL を加えた．各試料を 10 mL ずつ 3 本の試験管に分取し，42 °C の微好気条件下で 48 時間増菌培養した．以降の工程は，2-2-2 と同じ手法で行った．

4-2-3 サルモネラの分離及び同定法

分離法は Sasaki らの手法¹⁰¹⁾及び国立医薬品食品衛生研究所の標準試験法^{103, 104)}に則った．盲腸便，飼料及びむね肉は，BPW を加え 10 倍希釈液とし，37 °C の好気条件下で 22 時間 ± 2 時間前増菌培養した．環状包帯は BPW100 ml に浸漬し，同方法で増菌培養した．飲水は 25 ml に BPW225 ml を加え，同方法で増菌培養した．サルモネラ増菌液体培地（RV 培地）10 mL に各培養液 0.1 mL，テトラチオネート培地（TT 培地）（ニッスイ）10 mL に各培養液 1 mL を接種し，それぞれ 42°C の好気条件下で 22 時間 ± 2 時間選択増菌培養した．各培養液を DHL 寒天培地（ニッスイ）に塗布し，37 °C の好気条件下で 22 時間 ± 2 時間培養後，発育したコロニーを CHROMAgar

Salmonella 寒天培地（関東化学）及び ES サルモネラ寒天培地（栄研）で分離培養し、普通寒天培地で純培養し、カタラーゼ試験、オキシダーゼ試験及び PCR 法により同定した。PCR 法による遺伝子検査は、ポリメラーゼに Quick Taq® HS DyeMix（TOYOBO）を使用し、Chiu ら¹⁰⁶⁾の *invA* 遺伝子に特異的なプライマーを用いた。反応条件は、初期熱変性は 94 °C で 2 分とした。反応後は、2.0%アガロースゲルを用いて 100 V で 30 分間電気泳動を行い、エチジウムブロマイド染色後に増幅断片の分子サイズを確認した。サルモネラと同定された菌株の血清型は、サルモネラ免疫血清 O 群及び H 血清（デンカ生研）を用いて決定した。盲腸便からは 1 検体当たり最大 6 株、環境試料及びむね肉からは 1 検体当たり最大 9 株のサルモネラを分離した。

4-2-4 mP-BIT 法によるカンピロバクターの遺伝子型別

2-2-3 と同じ方法で遺伝子型別を行った。

4-2-5 薬剤感受性試験

2-2-4 と同様の方法で各種薬剤に対する MIC を測定した。サルモネラの試験の薬剤は、ABPC、セフトキシム (CTX), SM, KM, GM, TC, CP, NA, CPFIX 及びトリメトプリム (TMP) の 10 剤を用いた。各薬剤の測定濃度は、ABPC は 2~256 µg/mL, CTX は 0.5~32 µg/mL, SM は 2~256 µg/mL, KM は 4~512 µg/mL, GM は 1~128 µg/mL, TC は 1~128 µg/mL, CP は 2~256 µg/mL, NA は 2~256 µg/mL, CPFIX は 0.5~32 µg/mL, TMP は 1~128 µg/mL とした。サルモネラのブレイクポイントは、CLSI⁹⁹⁾の値を用い、ABPC は 32 µg/mL, CTX は 4 µg/mL, KM は 64 µg/mL, GM は 16 µg/mL, TC は 16 µg/mL, CP は 32 µg/mL, NA は 32 µg/mL, CPFIX は 1 µg/mL, TMP は 16 µg/mL とした。CLSI で値の示されていない SM は、JVARM¹⁰⁷⁾の値を用い、32 µg/mL とした。

4-3 結果

4-3-1 複数農場における肉用鶏のカンピロバクター汚染実態

(1) 中国地方

地域別の陽性農場数と陽性検体数（羽数）を表 4-1 に示す。32 農場の 185 羽のうち 15 農場（46.9%）の 82 羽（44.3%）から *C. jejuni* が分離された。

各農場の地域分布を図 4-1 に示す。地域別の陽性農場数は、地域 A が 3 農場中 1 農場、地域 B が 1 農場中 1 農場、地域 C が 1 農場中 1 農場、地域 D が 5 農場中 2 農場、地域 E が 1 農場中 0 農場、地域 F が 8 農場中 6 農場、地域 G が 9 農場中 2 農場、地域 H が 3 農場中 1 農場、地域 I が 1 農場中 1 農場であった。陽性鶏群数（5 羽中 1 羽でも陽性）は、20 鶏群（54.1%）であった。陽性鶏群数のうち、5 羽中 1 羽陽性は 1 鶏群（5.0%）、同 3 羽陽性は 5 鶏群（25.0%）、同 4 羽陽性は 4 鶏群（20.0%）、5 羽中 5 羽陽性は 10 鶏群（50.0%）であった。

肉用鶏由来 *C. jejuni* の mP-BIT 法による遺伝子型別の結果と薬剤耐性パターンを表 4-2 に示す。mP-BIT スコアは 13 タイプに分類された。このうち、11-311 株が C 地域 1 農場、D 地域 1 農場、F 地域 3 農場及び G 地域 1 農場の計 5 農場から、0-260 株が D 地域 1 農場および F 地域 4 農場の計 5 農場から、136-55（保有遺伝子：CJE1733, *cfrA*, *gmhA2*, Cj1321, *panB*, Cj0423, Cj0122）のタイプの株が A 地域 1 農場と G 地域 1 農場の計 2 農場から分離され、異なる地域や農場で共通したタイプであった。11-311 株と 136-55 株は全ての薬剤に感受性、0-260 株は NA-CPFX-OFLX 耐性であった。

肉用鶏由来 *C. jejuni* で耐性が確認された薬剤は、ABPC、TC、NA、CPFX、OFLX の 5 剤で、耐性率は ABPC 耐性が 0.8%、TC 耐性が 1.7%、NA 耐性が 50.8%、CPFX 耐性が 50.8%、OFLX 耐性が 50.8%であった。薬剤耐性パターン別では、ABPC-NA-

CPF_X-OFL_X が 1 農場から、TC-NA-CPF_X-OFL_X が 1 農場から、NA-CPF_X-OFL_X は 7 農場から、全ての薬剤に感受性の株は 10 農場から分離された。

(2) 九州地方

地域別の陽性農場数と陽性検体数(羽数)を表 4-1 に示す。28 農場の 155 羽のうち 21 農場(75.0%)の 97 羽(62.6%)から *C. jejuni* 又は *C. coli* が分離された。菌種別では、*C. jejuni* が 17 農場(60.7%)の 78 羽(50.3%)、*C. coli* が 4 農場(14.3%)の 19 羽(12.3%)であった。

各農場の地域分布を図 4-2 に示す。地域別の陽性農場数は、地域 J が 1 農場中 1 農場、地域 K が 19 農場中 14 農場、地域 L が 1 農場中 1 農場、地域 M が 3 農場中 3 農場、地域 N が 4 農場中 2 農場であった。陽性鶏群数(5 羽中 1 羽でも陽性)は、21 鶏群(67.7%)であった。陽性鶏群のうち、5 羽中 1 羽陽性は 1 鶏群(4.8%)、同 4 羽陽性は 4 鶏群(19.0%)、5 羽中 5 羽陽性は 16 鶏群(76.2%)であった。

肉用鶏由来 *C. jejuni* 及び *C. coli* の mP-BIT 法による遺伝子型別の結果と薬剤耐性パターンを表 4-3 に示す。*C. jejuni* の mP-BIT スコアは 13 タイプに、*C. coli* の mP-BIT スコアは 4 タイプに分類された。このうち、*C. jejuni* の 58-63 株が K 地域、L 地域及び N 地域の各 1 農場から、15-55(保有遺伝子:*cfrA*, Cj0265, *Maf5/pseE*, Cj0008, *gmhA2*, Cj1321, *panB*, Cj0423, Cj0122) のタイプの株が K 地域 2 農場及び N 地域 1 農場から、0-64(保有遺伝子:*flgE2*) のタイプの株が K 地域及び M 地域の各 1 農場から、136-33(保有遺伝子:CJE1733, *cfrA*, *gmhA2*, Cj0122) のタイプの株が K 地域及び N 地域の各 1 農場から、138-311 株が K 地域の 2 農場から、62-127(保有遺伝子:Cj1135, Cj1136, *cfrA*, Cj0265, *Maf5/pseE*, *flgE2*, *gmhA2*, Cj1321, *wlaN*, *panB*, Cj0423, Cj0122) のタイプの株が K 地域及び N 地域の各 1 農場から、

0-420 (保有遺伝子 : *cgtA*, *tetO*, *gmhA2*, *panB*) のタイプの株が K 地域 2 農場から分離され, 異なる地域や農場で共通したタイプだった.

肉用鶏由来 *C. jejuni* で耐性が確認された薬剤は, ABPC, TC, NA, CPFX, OFLX の 5 剤で, 耐性率は ABPC 耐性が 17.6%, TC 耐性が 35.5%, NA 耐性が 55.9%, CPFX 耐性が 55.9%, OFLX 耐性が 55.9% であった. *C. jejuni* の薬剤耐性パターン別では, ABPC-NA-CPFX-OFLX が 1 農場から, TC-NA-CPFX-OFLX が 3 農場から, NA-CPFX-OFLX は 7 農場から, ABPC-TC が 1 農場から, ABPC のみが 4 農場から, 全ての薬剤に感受性の株は 6 農場から分離された. 肉用鶏由来 *C. coli* で耐性が確認された薬剤は, ABPC, SM, EM, TC, NA, CPFX, OFLX の 7 剤で, 耐性率は ABPC 耐性が 7.1%, SM 耐性が 64.3%, EM 耐性が 42.9%, TC 耐性が 78.6%, NA 耐性が 57.1%, CPFX 耐性が 57.1%, OFLX 耐性が 57.1% であった. *C. coli* の薬剤耐性パターン別では, SM-EM-TC-NA-CPFX-OFLX が 1 農場から, EM-TC-NA-CPFX-OFLX が 1 農場から, ABPC-EM-TC が 1 農場から, NA-CPFX-OFLX が 1 農場から, SM-TC が 1 農場から分離された.

4-3-2 複数農場における肉用鶏のサルモネラ汚染実態

(1) 中国地方

地域別の陽性農場数と陽性検体数 (羽数) を表 4-4 に示す¹⁰⁸⁾. 32 農場の 185 羽のうち 27 農場 (84.4%) の 87 羽 (47.0%) からサルモネラが分離された. 血清型は *S. Schwarzengrund* と *S. Infantis* の 2 種で, 7 地域 23 農場 (71.9%) の 76 羽 (41.1%) から *S. Schwarzengrund* が, 5 地域 7 農場 (21.9%) の 13 羽 (7.0%) から *S. Infantis* が分離された. 各農場の地域分布を図 4-3 に示す¹⁰⁸⁾. 地域別の陽性農場数は, 地域 A は 3 農場中 2 農場, 地域 G は 9 農場中 7 農場, 地域 H は 3 農場中 1 農場で, その他の地域は全ての農場が陽性であった. 陽性鶏群数 (5 羽中 1 羽でも陽性) は 31 鶏群

(83.8%)で、このうち27鶏群(87.1%)が*S. Schwarzengrund*陽性、7鶏群(22.6%)が*S. Infantis*陽性であった。陽性羽数別の陽性鶏群数は、31の陽性鶏群のうち5羽中1羽陽性は7鶏群(22.6%)、同2羽陽性は6鶏群(19.4%)、同3羽陽性は7鶏群(22.6%)、同4羽陽性は8鶏群(25.8%)、5羽中5羽陽性は3鶏群(9.7%)であった。

肉用鶏由来サルモネラの薬剤耐性獲得状況を表4-5に示す¹⁰⁸⁾。*S. Schwarzengrund*はABPC, SM, KM, TC, TMPの5剤の耐性が確認され、耐性率はABPC耐性0.9%, SM耐性100%, KM耐性47.3%, TC耐性96.5%, TMP耐性97.8%であった。*S. Infantis*はABPC, CTX, SM, TCの4剤の耐性が確認され、耐性率はABPC耐性34.9%, CTX耐性32.6%, SM耐性100%, TC耐性100%であった。各地域で耐性が確認された薬剤は、*S. Schwarzengrund*では、地域A, 地域Hおよび地域IでSM, TC, TMP, 地域C, 地域F及び地域GでSM, KM, TC, TMP, 地域DでABPC, SM, KM, TC, TMPであった。*S. Infantis*では、地域A, 地域E及び地域FでABPC, CTX, SM, TC, 地域Bと地域DでSM, TCであった。*S. Schwarzengrund*は2~5剤の5パターンが確認された。SM-TC-TMPのパターンの株が最も多く(46.9%), 13農場で分離された。*S. Infantis*は2~4剤の3パターンが確認された。SM-TCのパターンの株が最も多く(65.1%), 4農場で分離された。

(2) 九州地方

地域別の陽性農場数と陽性検体数(羽数)を表4-4に示す¹⁰⁸⁾。28農場の155羽のうち4地域25農場(89.3%)の59羽(38.1%)から*S. Schwarzengrund*が分離された。陽性鶏群数(5羽中1羽でも陽性)は28鶏群(90.3%)であった。各農場の地域分布を図4-4に示す¹⁰⁸⁾。地域別の陽性農場数は、地域Jは1農場中1農場, 地域Kは19農場中18農場, 地域Lは1農場中0農場, 地域Mは3農場中2農場, 地域N

は4農場中4農場であった。陽性羽数別の陽性鶏群数は、28の陽性鶏群のうち5羽中1羽陽性は12鶏群(42.9%)、同2羽陽性が6鶏群(21.4%)、同3羽陽性は7鶏群(25.0%)、同4羽陽性は1鶏群(3.6%)、5羽中5羽陽性は2鶏群(7.1%)であった。

肉用鶏由来 *S. Schwarzengrund* の薬剤耐性獲得状況を表4-5に示す¹⁰⁸⁾。SM, KM, TC, NA, TMPの5剤の耐性が確認され、耐性率はSM耐性92.1%、KM耐性83.6%、TC耐性90.4%、NA耐性11.3%、TMP耐性84.2%であった。各地域で耐性が確認された薬剤は、地域JでSM, KM, TMP、地域K、地域Mおよび地域NでSM, KM, TC, NA, TMPであった。薬剤耐性パターンは1~5剤の10パターンで、SM-KM-TC-TMPのパターンの株が最も多く(58.6%)、18農場で分離された。

4-3-3 農場における飼養環境及び肉用鶏等の経時的な汚染実態

(1) カンピロバクター

環境試料、肉用鶏及びむね肉からのカンピロバクター分離結果を表4-6に示す。

1期目：鶏舎Aでは、入雛6週の鶏舎内床面、出荷時の鶏及びむね肉から *C. jejuni* が分離された。分離された *C. jejuni* の mP-BIT タイプは11-311株(全ての薬剤に感受性)であった。鶏舎Bでは、入雛6週の鶏舎内床面、入雛5週と6週の鶏、出荷時の鶏及びむね肉から *C. jejuni* が分離された。分離された *C. jejuni* の mP-BIT タイプは11-311株(全ての薬剤に感受性)であった。

2期目：鶏舎A、鶏舎Bのいずれの試料もカンピロバクターは検出されなかった。

(2) サルモネラ

環境試料、肉用鶏及びむね肉からのサルモネラ分離結果を表4-7に示す。

1期目：鶏舎Aでは、入雛時と3週の飼料、入雛3週と6週の鶏舎内床面・ほこり・サービスルーム床面・鶏舎外周囲、入雛2週以外の鶏、むね肉から *S. Schwarzengrund*

が分離された。分離株の薬剤耐性パターンは、SM-KM-TC-TMP 又は SM-TC であった。鶏舎 B では、入雛前と入雛 6 週のほこり、入雛前と入雛時と 6 週のサービスルーム床面、入雛前の鶏舎外周囲、入雛時と 3 週の飼料、入雛 3 週と 6 週の鶏舎内床面、入雛 1 週と 4 週と 5 週と 6 週と出荷時の鶏、むね肉から *S. Schwarzengrund* が分離された。薬剤耐性パターンは、環境試料と鶏由来の分離株は SM-KM-TC-TMP 又は SM-TC、むね肉由来の分離株は SM-TC であった。

2 期目：鶏舎 A では、入雛前と入雛 3 週と 6 週の鶏舎外周囲、入雛 3 週と 6 週の鶏舎内床面・サービスルーム床面、入雛 6 週の飼料・はかり、入雛 2 週から 5 週と出荷時の鶏、むね肉から *S. Schwarzengrund* が分離された。薬剤耐性パターンは、環境試料由来の分離株は SM-KM-TC-TMP、鶏由来の分離株は SM-KM-TC-TMP 又は SM-TC であった。鶏舎 B では、入雛前と入雛 6 週の鶏舎内床面、入雛時と入雛 6 週のサービスルーム床面、入雛時の長靴、入雛 6 週の飼料・鶏舎外周囲、入雛 2 週から 6 週と出荷時の鶏、むね肉から *S. Schwarzengrund* が分離された。薬剤耐性パターンは、環境試料と鶏由来の分離株は SM-KM-TC-TMP 又は SM-TC、むね肉由来の分離株は SM-TC-TMP であった。

4-4 考察

4-4-1 中国地方及び九州地方の複数農場における肉用鶏の汚染実態

(1) カンピロバクター

中国地方の農場のカンピロバクター陽性率（46.9%）は，九州地方（75.0%）の農場に比べて低率であった。また，中国地方は分離株の全てが *C. jejuni* であったのに対し，九州地方は 4 農場で *C. coli* が分離され，菌種に違いがみられるなどの地域性が確認された。しかし，農場の立地や密集度等の地理的な特徴，鶏舎の形態や棟数，飼養羽数等と汚染実態との間に明らかな関連はみられなかった。気温や湿度等の気候の違いが肉用鶏のカンピロバクターの定着に影響を与えるとの報告もあることから¹⁰⁹⁾，中国地方と九州地方の気候の違いなどが汚染率に影響している可能性がある。農場の汚染割合はその後の製品（鶏肉類）の汚染度に影響すると考えられ，中国地方で生産された鶏肉類は相対的に食中毒リスクが低い可能性がある。食中毒リスクの解明には，地域ごとのデータ収集が重要であることから，今後も汚染の動向を継続して調査する必要がある。農場ごとの汚染実態の違いについて，複数農場の調査では，具体的な飼養管理方法や菌の侵入経路となり得る飼養環境等の調査を行っていないため，今後，汚染実態に影響を及ぼす要因の解明に向けた追加調査が必要である。

分離株の mP-BIT 法による遺伝子型別により，中国地方と九州地方の *C. jejuni* はそれぞれ 13 タイプ，九州地方の *C. coli* は 4 タイプに分類された。中国地方と九州地方で同一の遺伝子型（mP-BIT スコア）は確認されなかったことから，農場（肉用鶏）においても，市販鶏肉類と同様に遺伝子型の分布に地域性があることが示唆された。一方で，中国地方の F 地域 8 農場においては，*C. jejuni* の 0-260 株が 4 農場，11-311 株が 3 農場で確認された。また，それらの遺伝子型は，C 地域，D 地域，G 地域においても確認された。同遺伝子型が分離された農場は直線距離で最大 20 km 以上離れており，野生動物や昆虫を介した交差汚染^{37, 109)}などは考えにくい。各地方では，一つのグ

ループ会社により雛鶏や飼料の供給等が行われており、各農場に共通する飼養管理方法等が同遺伝子型の菌の侵入・拡散の要因となっていることが考えられた。また、九州地方では、同遺伝子型の *C. jejuni* (0-420 株, 138-311 株) が分離された農場の中には同じ経営者が管理している農場があり、作業員等を介して菌が侵入・拡散している可能性も考えられた。このため、農場の汚染低減のためには、それらの要因に係る衛生管理対策の強化が効果的であると考えられた。一部の遺伝子型については、山口県内で流通する市販鶏肉類からも分離された。特に、山口県 A 市産の市販鶏肉類から多く分離された *C. jejuni* の 11-311 株は中国地方の 4 地域 6 農場からも分離された。これらの農場は同じ山口県 A 市に位置することから、流通段階の鶏肉類と肉用鶏から分離されるカンピロバクターの mP-BIT タイプには一定の関連があり、当該遺伝子型はこの地域の主要な遺伝子型である可能性が強く示唆された。今後、当該遺伝子型の病原性等を明らかにするとともに、個々の農場における飼養環境等の詳細な調査を実施し、特定の遺伝子型が当該地域に蔓延する要因を明らかにすることで、鶏肉類の食中毒リスクの更なる解明及び低減に資することができる。

さらに、両地方において、肉用鶏の FQ 系耐性カンピロバクターの拡散が深刻な状況であることが明らかになった。わが国では鶏のマイコプラズマ症等の治療のために FQ 系薬剤の投与が認められているが、カンピロバクターは FQ 系薬剤に対し速やかに耐性を獲得することが報告されている¹¹⁰⁾。本地域では、頻度は高くないものの感染症の発生状況等に応じて FQ 系薬剤が投与されており、当該薬剤の使用が FQ 系耐性菌の蔓延に関与している可能性が推察された。また、FQ 系耐性 *C. jejuni* は、当該薬剤の選択圧のない状態でも鶏の消化管内で維持されることが報告されている¹¹¹⁾。今後、FQ 系耐性菌による汚染が更に拡大するおそれもあることから¹¹²⁾、生産者に対する抗菌剤の慎重使用や適切な飼養衛生管理の徹底等の啓発を一層進める必要がある。一方で、中国地方の *C. jejuni* は、九州地方に比べ、ABPC や TC 等の他の系統の薬剤の耐

性は低率であった。中国地方の調査対象農場では、感染症の発生時以外に抗菌剤は使用されていなかったことから、それらの薬剤の耐性菌の出現抑制に寄与している可能性が考えられた。

(2) サルモネラ

農場のサルモネラ汚染率は両地方で高率であった。農場の地理的な特徴等との間に明らかな関連はみられなかったが、陽性鶏群中の陽性羽数の割合について、中国地方では5羽中4~5羽が陽性の鶏群が約36%であったのに対し、九州地方では約11%と差がみられ、水平感染による菌の伝播の程度に影響を与える要因の存在が考えられた。鶏舎内での汚染の拡大に影響する要因として、飼料や飲水の汚染³⁹⁾、鶏群の大きさ^{113, 114)}、鶏舎の構造¹¹⁵⁾などが考えられる。今後、個々の農場で、それらの追加調査を実施し、水平感染に影響する要因を明らかにすることが必要である。

血清型に地域性がみられ、中国地方の主要な血清型は*S. Schwarzengrund*と*S. Infantis*、九州地方は*S. Schwarzengrund*であることが示唆された。Sasakiら¹⁰¹⁾は、西日本(中国地方と九州地方を含む)の肉用鶏のサルモネラの主要な血清型は*S. Infantis*、*S. Manhattan*及び*S. Schwarzengrund*であったこと、Iwabuchiら²⁴⁾は、九州地方は他地域に比べて鶏肉の*S. Schwarzengrund*の汚染率が高いことを報告しており、肉用鶏や鶏肉から分離されるサルモネラの血清型には地域差がみられている。また、近年、肉用鶏や鶏肉から分離される血清型のうち*S. Schwarzengrund*の割合が拡大傾向にあることが報告されている¹¹⁶⁻¹¹⁸⁾。さらに、全国のサルモネラ感染症患者等の血清型についても、およそ10年前は*S. Enteritidis*や*S. Infantis*等が上位を占めていたが、近年では*S. Schwarzengrund*の割合が増加し、2018年と2019年は全体の10%以上を占めている(国立感染症研究所:病原菌検出報告, <https://www.niid.go.jp/niid/ja/iasr-table/1525-iasrb.html>, 2023/1/3 アクセス)。佐々木ら¹¹⁹⁾は、農場のサルモネラの血

清型の変動には、種鶏に投与するサルモネラ不活化ワクチンの種類の変化が関係していると推察している。当該ワクチンはサルモネラ汚染低減策として有用であるが、ワクチンの有効成分外の血清型の汚染が拡大する可能性がある¹¹⁹⁾。本地域の種鶏には、*S. Enteritidis*、*S. Typhimurium* 及び *S. Infantis* を有効成分とする 3 価混合不活化ワクチンが使用されている。本地域において、*S. Schwarzengrund* の汚染割合が高く、他地域に比べて *S. Infantis* の割合が低いこと、他の血清型が分離されなかったことは、種鶏への当該ワクチンの使用が要因になっている可能性がある。*S. Schwarzengrund* による肉用鶏や鶏肉の汚染、ヒトの感染症の発生は、調査地域をはじめ国内において今後も拡大を続けることが懸念されるため、汚染拡大とワクチン使用の関連性の検討に加え、菌の病原性の解明など、当該血清型による食中毒リスクの解明に向けた検討を進めていく必要がある。

薬剤耐性ワンヘルス動向調査検討会においては、ヒト由来と食品由来のサルモネラに共通する 3 血清型 (*S. Schwarzengrund*、*S. Infantis*、*S. Manhattan*) について、薬剤耐性の関連が強く示唆されており、抗菌剤の更なる慎重使用の徹底等が必要とされている¹⁵⁾。中国地方と九州地方の肉用鶏から共通して分離された *S. Schwarzengrund* の薬剤耐性について、SM・TC・TMP の耐性率が共通して高いこと、中国地方は九州地方に比べて KM の耐性率が低い傾向にあったこと、ABPC 耐性株が中国地方のみで分離されたことなどの地域性がみられた。Sasaki ら¹⁰¹⁾は国内における肉用鶏由来 *S. Schwarzengrund* の薬剤耐性率について、オキシテトラサイクリン耐性が 96.4%、TMP 耐性が 60.7%と報告しており、当該血清型が TC 系薬剤や TMP に対して高率に耐性を獲得していることは本地域も同様であった。また、中国地方の *S. Infantis* の KM や TMP に対する耐性率が *S. Schwarzengrund* と比べて低い傾向は Sasaki ら¹⁰¹⁾ や Mori ら²⁵⁾の報告と同様であり、血清型によって耐性を獲得しやすい薬剤に違いがあることが推察された。一方で、中国地方の *S. Schwarzengrund* の KM 耐性率は低

い傾向にあった。同地方の農場では動物用医薬品として KM は使用していないことが、他地域や全国と比べて耐性率が低い要因になっている可能性が考えられた。しかし、中国地方の地域 D では全ての農場から KM 耐性菌が分離され、他地域に比べて KM 耐性菌が分離された農場の割合が高い傾向にあった。地域 D の雛鶏は同一種鶏場由来であり、追加調査において当該種鶏場の廃卵を検査したところ、KM 耐性 *S. Schwarzengrund* が分離された (data not shown)。このため、地域 D における KM 耐性菌の出現は種鶏場での垂直感染が要因となった可能性はあるが、農場内や周辺環境に生残する耐性菌による汚染の可能性も否定できない。サルモネラの薬剤耐性に関する重大な懸念事項は、ヒトの感染症治療薬として使用される FQ 系や第三世代セファロスポリン系の薬剤に対する耐性菌の出現である¹²⁰⁾。本調査において、FQ 系薬剤の耐性株は分離されなかったが、九州地方ではオールドキノロンである NA 耐性の *S. Schwarzengrund* が分離された。NA 耐性菌の一部は、FQ 系薬剤に対し、MIC はブレイクポイント未満であるものの感受性が低下した菌株が存在するため、感染症治療において留意が必要とされている^{121, 122)}。また、中国地方では第三世代セファロスポリン系薬剤である CTX 耐性の *S. Infantis* が分離された。今後、分離株の分子遺伝子的解析による薬剤耐性等の遺伝的背景を基に薬剤耐性サルモネラの拡散経路の解明が必要である。

4-4-2 肉用鶏農場における汚染要因と汚染低減策

(1) カンピロバクター

鶏由来株と鶏肉由来株の遺伝子型及び薬剤耐性パターンが一致したことから、鶏の保菌する菌が処理工程において肉に拡散したことが示唆され、農場における対策が食中毒リスクの低減に重要であることが示された。また、鶏から分離された翌週に鶏舎内床面から同遺伝子型の菌が分離されたことから、感染した鶏の糞便等を介して飼養環境中に汚染が拡散したことが示唆され、飼養環境の清浄化の重要性が改めて確認さ

れた。本農場では、入雛 5~6 週以降に鶏のカンピロバクターの汚染が確認された。齢数が上がるに連れて感染率が上昇する傾向は既報^{123,124)}と同様であった。中村¹²⁵⁾は、鶏の齢数とカンピロバクターの定着の要因として、移行抗体と腸管内環境の影響を挙げ、3 週齢以降の農場への菌の侵入防止に係る対策の重要性を述べている。鶏のカンピロバクターの定着を抑制する手法として、プロバイオティクスの活用¹²⁶⁾が検討されているように、鶏の食中毒菌の定着の要因を明らかにすることは、効果的かつ効率的な汚染防除策の検討に重要であることから、今後の知見の蓄積が望まれる。本農場(鶏舎)において、鶏からカンピロバクターが分離されるまでの間、鶏舎内外の環境や飼料等から同菌は分離されなかったことから、それらは菌の侵入要因にならず、他の要因が存在することが示唆された。一方で、カンピロバクターは、低栄養環境下等において、増殖を止め、らせん状から球状に形態変化し、生きているが培養できない Viable but non-culturable (VBNC) 状態になることが知られている^{127,128)}。菌の VBNC 化は、自身に不利な生存環境において、生存に必須ではない病原性や運動性に関わる遺伝子の発現を抑え、長期間生存を可能にするための機構と考えられており、この状態であっても病原性等に関わる DNA は菌体内に保持され、特定の条件下において増殖能が回復するという報告がある¹²⁹⁻¹³¹⁾。本農場の調査は 2018 年 10 月から継続的に実施しており (data not shown)、このたび分離された 11-311 株は現在も継続して分離されている。このため、当該遺伝子型の菌が農場又は鶏舎の環境中に分離できない VBNC 状態で生残し、継続的な汚染を引き起こしている可能性がある。カンピロバクターの環境適応機構は未だ明らかにされていない点が多く、食中毒リスクの低減のためには、環境からの VBNC 化した菌の分離手法等の確立が必要である。

(2) サルモネラ

a 発酵堆積糞の除去及び洗浄・消毒の徹底

鶏由来株と鶏肉由来株の血清型及び薬剤耐性パターンが一致したことから、鶏の保菌する菌が処理工程において肉に拡散したことが示唆された。入雛前に「鶏舎内床面」「鶏舎内のほこり」「サービスルーム床面」「鶏舎外周囲」から菌が分離され、入雛1週以降に鶏から同菌が分離されたことから、飼養環境の継続的な汚染が鶏の汚染要因になったことが示唆された。鶏舎内の発酵堆積糞を除去して洗浄・消毒を徹底した鶏舎では、入雛前に鶏舎内から菌は分離されず、対策の有効性が示された。鶏の排泄物等を含む敷料の使用は、病原微生物に汚染されていた場合、後続の鶏群の汚染要因になる可能性はあるが、堆肥化处理等を適切に行うことでサルモネラ等の汚染を低減できる¹³²⁻¹³⁴⁾。また、再生利用された敷料は、使用を継続することでサルモネラ汚染が低減する傾向にあることや、新品の敷料の使用に比べてブロイラーのサルモネラ汚染が低減する可能性があることも報告されている^{133, 135, 136)}。従来どおり発酵堆積糞を使用した鶏舎の床面からサルモネラが検出された要因には、不適切な発酵工程により敷料中の温度上昇が不均一で、十分な殺菌がされなかったことが考えられる^{133, 134)}。また、本農場では、鶏舎内で堆積糞の堆肥化作業が行われるため、床面や天井等の十分な洗浄・消毒が困難な状況であったことも、継続的な汚染につながった要因と考えられた。国内におけるブロイラー由来の排泄物発生量は約560万トンと推計されており（農林水産省、https://www.maff.go.jp/j/chikusan/kankyo/taisaku/t_mondai/02_kanri/, 2023/1/3 アクセス)、排泄物等を含む敷料の再生利用は環境の持続可能性の観点等からも重要である。農場における衛生管理の向上には、HACCPに沿った衛生管理の導入が重要と考えられる。当該農場においてサルモネラの汚染要因となり得る敷料（発酵堆積糞）の衛生管理に係るCCPを設定し、サルモネラを完全に死滅させることができる発酵温度や時間等の検証が必要である。

b 飼料の衛生管理

飼料からサルモネラが分離され、その後、鶏や飼養環境からも同血清型で同薬剤耐性パターンの菌が分離された。このことから、飼料を介して鶏舎に菌が侵入し、感染した鶏の糞便を介して飼養環境に拡散したことが示唆された。飼料の衛生管理はブロイラーの汚染低減のために重要な事項であるため^{41, 137, 138)}、今後、本農場で使用される飼料の製造工場におけるサルモネラ汚染について調査する必要がある。また、農場においては、飼料の貯蔵タンクや給餌パイプ等の更に詳細な汚染調査を実施して汚染源を特定するとともに、出荷後に給仕パイプを空にする、ネズミ等による汚染の侵入を防ぐなどの対策を講じる必要がある。

c 作業員等を介した汚染の拡散

サービスルームの汚染は、鶏舎内又は鶏舎外の汚染を作業員が拡散していることを示唆している。発酵堆積糞を使用した鶏舎では、入雛前に鶏舎内床面の汚染の残存が確認され、入雛時にサービスルーム床面と作業員の長靴から同菌が分離された後、鶏への汚染も確認された。飼養衛生管理基準では、鶏舎ごとに専用の靴を設置し、靴に排泄物や汚泥等が付着した場合には、洗浄及び消毒を行うよう規定されている。消毒剤は、使用濃度、作用時間、pH等を適切に管理する必要がある¹³⁹⁾、不適切な管理はサルモネラ汚染の要因となる¹³⁸⁾。本農場では、鶏舎の出入りの際の靴の消毒は消石灰を用いた踏み込み槽により実施されていたが、十分な消毒効果を得られていなかったと考えられた。消毒槽の定期的なpH計測と計測記録の実施を飼養衛生管理マニュアルに追加し、遵守するなど、作業員等による汚染拡散を防ぐための適切な衛生管理方法を検討する必要がある。また、鶏舎外周囲からも飼養期間中に継続的に菌が分離されており、鶏舎内への菌の侵入や他鶏舎への拡散が懸念されることから、入雛後も定期的に消石灰を散布して菌を死滅させるなどの対策が必要である^{140, 141)}。

表 4-1 中国地方及び九州地方における肉用鶏のカンピロバクター汚染実態

地方	地域	農場数		鶏群数	陽性農場数 (%)		羽数	陽性羽数 (%)	
		計	C. jejuni		計	C. coli			
中国地方	A	3	3	3	1 (33.3)	1 (33.3)	15	5 (33.3)	5 (33.3)
	B	1	1	1	1 (100)	1 (100)	5	5 (100)	5 (100)
	C	1	1	1	1 (100)	1 (100)	5	5 (100)	5 (100)
	D	5	9	9	2 (40.0)	2 (40.0)	45	25 (55.6)	25 (55.6)
	E	1	1	1	0 (0.0)	0 (0.0)	5	0 (0.0)	0 (0.0)
	F	8	8	8	6 (75.0)	6 (75.0)	40	27 (67.5)	27 (67.5)
	G	9	9	9	2 (22.2)	2 (22.2)	45	4 (8.9)	4 (8.9)
	H	3	3	3	1 (33.3)	1 (33.3)	15	3 (20.0)	3 (20.0)
	I	1	2	2	1 (100)	1 (100)	10	8 (80.0)	8 (80.0)
	小計		32	37	37	15 (46.9)	15 (46.9)	185	82 (44.3)
九州地方	J	1	1	1	1 (100)	1 (100)	5	5 (100)	5 (100)
	K	19	21	21	14 (73.7)	11 (57.9)	105	62 (59.0)	48 (45.7)
	L	1	1	1	1 (100)	1 (100)	5	5 (100)	5 (100)
	M	3	4	4	3 (100)	3 (100)	20	15 (75.0)	15 (75.0)
	N	4	4	4	2 (50.0)	2 (50.0)	20	10 (50.0)	10 (50.0)
	小計		28	31	31	21 (75.0)	17 (60.7)	155	97 (62.6)
合計		60	68	68	36 (60.0)	32 (53.3)	340	179 (52.6)	156 (45.9)

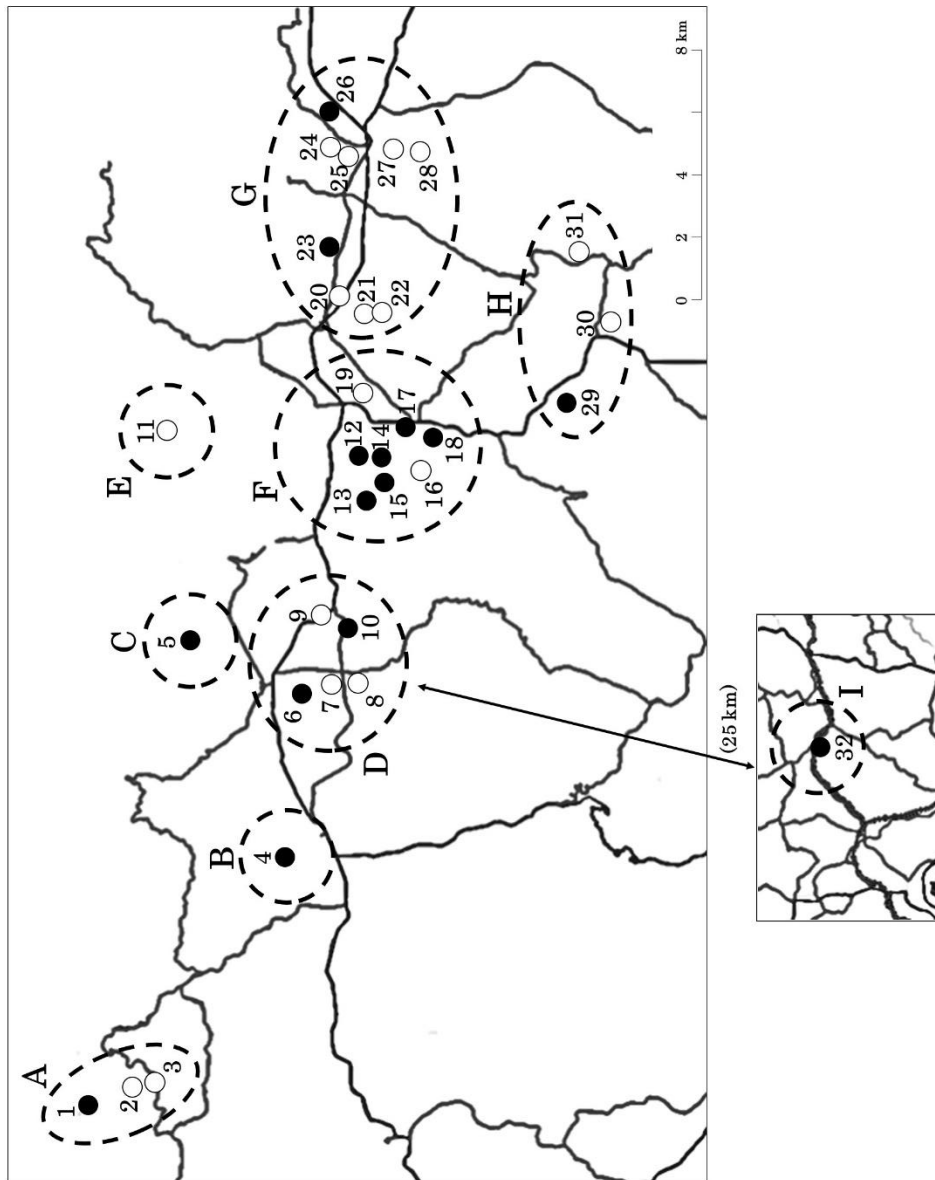


图 4-1 中国地方の肉用鶏農場の地域分布とカンピロバクター汚染実態

中国地方について、-は主要幹線道路、A~Iは地域区分、●は *C. jejuni* 陽性農場、○はカンピロバクター陰性農場を示す。

This map is based on the Digital Topographic Map 200000 (central lines of road) published by Geospatial Information Authority of Japan. (approved numbers:2018-192)

表4-2 中国地方の肉用鶏由来カンピロバクターの遺伝子型 (mP-BIT 法)

地域	農場	検査年月	菌種	薬剤耐性パターン	mP-BIT		標的遺伝子 (mP-BIT)															
					タイプ	タイプ	Primer mix1					Primer mix2										
						CF1300	CF1318	CF1328	CF1335	CF1336	CF1337	CF1338	CF1339	CF1340	CF1341	CF1342	CF1343	CF1344	CF1345	CF1346	CF1347	CF1348
A	A-1	2018年11月	<i>C. jejuni</i>	SUS		136-55																
	A-2	2018年12月	N. D.																			
	A-3	2018年11月	N. D.																			
B	B-4	2019年6月	<i>C. jejuni</i>	ABPC-NA-CPFX-OFLX																		
	C	2020年5月	<i>C. jejuni</i>	SUS																		
D	D-6	2018年10月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPFX-OFLX																		
		2019年8月	<i>C. jejuni</i>	SUS																		
E	D-7	2019年10月	N. D.																			
	D-8	2018年11月	N. D.																			
F	D-9	2018年11月	N. D.																			
	D-10	2019年4月	<i>C. jejuni</i>	SUS																		
G	F-12	2019年5月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPFX-OFLX																		
	F-13	2019年5月	<i>C. jejuni</i>	SUS																		
H	F-14	2019年5月	<i>C. jejuni</i>	SUS																		
	F-15	2019年1月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPFX-OFLX																		
I	F-16	2020年4月	N. D.																			
	F-17	2018年12月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPFX-OFLX																		
J	F-18	2019年1月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPFX-OFLX																		
	F-19	2019年5月	N. D.																			
K	G-20	2020年4月	N. D.																			
	G-21	2019年5月	N. D.																			
L	G-22	2019年5月	N. D.																			
	G-23	2020年5月	<i>C. jejuni</i>	SUS																		
M	G-24	2019年5月	N. D.																			
	G-25	2020年5月	N. D.																			
N	G-26	2019年7月	<i>C. jejuni</i>	SUS																		
	G-27	2019年5月	N. D.																			
O	G-28	2019年7月	N. D.																			
	H-29	2019年2月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPFX-OFLX																		
P	H-30	2019年6月	N. D.																			
	H-31	2019年4月	N. D.																			
Q	I-32	2018年11月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPFX-OFLX																		
		2019年8月	TC-NA-CPFX-OFLX																			

N. D.は不検出 (not detected) を示す。
 薬剤耐性パターンの「SUS」は全ての薬剤に感受性を示す。
 ABPC; アンピシリン, TC; テトラサイクリン, NA; ナリジクス酸, CPFX; シプロフロキサシン, OFLX; オフロキサシン。

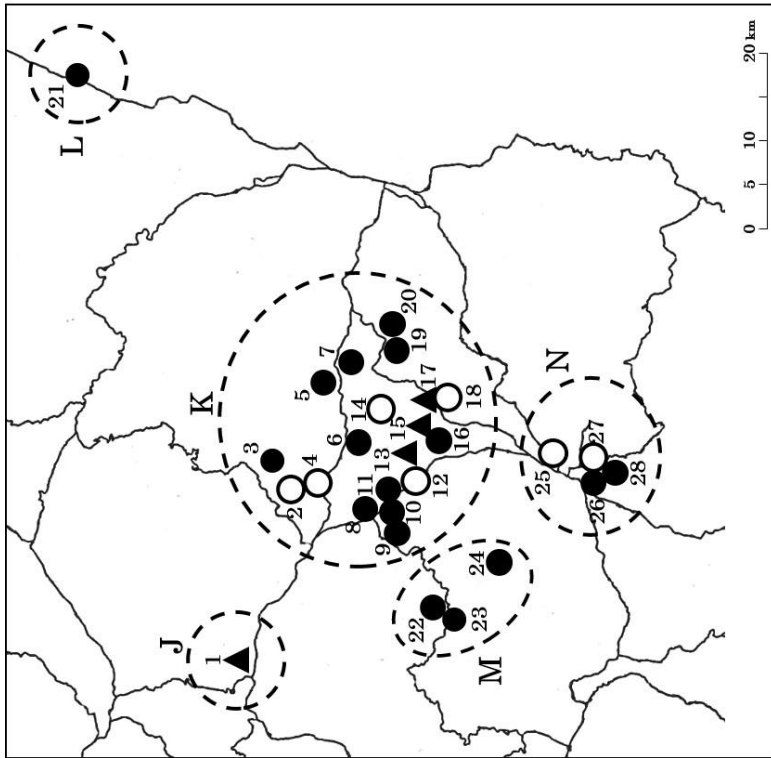


図 4-2 九州地方の肉用鶏農場の地域分布とカンピロバクター汚染実態

九州地方について、-は主要幹線道路、J～Nは地域区分、●は *C. jejuni* 陽性農場、▲は *C. coli* 陽性農場、○はカンピロバクター陰性農場を示す。

This map is based on the Digital Topographic Map 200000 (central lines of road) published by Geospatial Information Authority of Japan. (approved numbers:2018-192)

表 4-3 九州地方の肉用鶏由来カンピロバクターの遺伝子型 (mP-BIT 法)

地域	農場	検査年月	菌種	薬剤耐性パターン	mP-BIT タイプ	標的遺伝子 (mP-BIT)			
						Primer mix1	Primer mix2	Primer mix1	Primer mix2
						<i>oriT200</i>	<i>oriT170</i>	<i>oriT136</i>	<i>oriT132</i>
						<i>agrA</i>	<i>tetO</i>	<i>flag22</i>	<i>wlaN</i>
						<i>ColE2</i>	<i>ColE1</i>	<i>ColE2</i>	<i>ColE1</i>
J	J-1	2019年10月	<i>C. coli</i>	NA-CPEFX-OFLX	138 - 53				
K	K-2	2019年10月	N. D.						
	K-3	2019年9月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPEFX-OFLX	0 - 64				
			<i>C. jejuni</i>	SUS	15 - 55				
			<i>C. jejuni</i>	ABPC	58 - 63				
			<i>C. jejuni</i>	ABPC	136 - 33				
	K-4	2019年11月	N. D.						
	K-5	2019年11月	<i>C. jejuni</i>	SUS	0 - 292				
			<i>C. jejuni</i>	NA-CPEFX-OFLX	4 - 2				
			<i>C. jejuni</i>	SUS	4 - 418				
	K-6	2019年10月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPEFX-OFLX	62 - 127				
	K-7	2019年10月	<i>C. jejuni</i>	SUS					
	K-8	2019年8月	<i>C. jejuni</i>	SUS					
	K-9	2019年8月	<i>C. jejuni</i>	TC-NA-CPEFX-OFLX	0 - 420				
	K-10	2019年8月	<i>C. jejuni</i>	TC-NA-CPEFX-OFLX	0 - 420				
	K-11	2019年9月	<i>C. jejuni</i>	ABPC	15 - 55				
	K-12	2019年8月	N. D.						
	K-13	2019年10月	N. D.						
			<i>C. coli</i>	ABPC-EM-TC	138 - 167				
			<i>C. coli</i>	EM-TC-NA-CPEFX-OFLX	138 - 167				
	K-14	2019年10月	N. D.						
	K-15	2019年10月	<i>C. coli</i>	SM-TC	138 - 149				
	K-16	2019年10月	<i>C. jejuni</i>	SUS	14 - 55				
	K-17	2019年11月	<i>C. coli</i>	SM-EM-TC-NA-CPEFX-OFLX	26 - 183				
	K-18	2019年10月	N. D.						
	K-19	2019年10月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPEFX-OFLX	138 - 311				
	K-20	2019年10月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPEFX-OFLX	138 - 311				
L	L-21	2019年9月	<i>C. jejuni</i>	ABPC	58 - 63				
M	M-22	2019年9月	<i>C. jejuni</i>	NA-CPEFX-OFLX	0 - 64				
			N. D.						
	M-23	2019年8月	<i>C. jejuni</i>	TC-NA-CPEFX-OFLX	12 - 71				
	M-24	2019年10月	<i>C. jejuni</i>	SUS	186 - 63				
			<i>C. jejuni</i>	ABPC-NA-CPEFX-OFLX	2 - 32				
N	N-25	2019年10月	N. D.						
	N-26	2019年9月	<i>C. jejuni</i>	ABPC	15 - 55				
			<i>C. jejuni</i>	ABPC	136 - 33				
			<i>C. jejuni</i>	NA-CPEFX-OFLX	62 - 127				
	N-27	2019年8月	N. D.						
	N-28	2019年11月	<i>C. jejuni</i>	ABPC-TC	58 - 63				

N. D. は不検出 (not detected) を示す。
 薬剤耐性パターンの「SUS」は全ての薬剤に感受性を示す。
 ABPC: アンピシリン, SM: ストレプトマイシン, EM; エリスロマイシン, TC; テトラサイクリン, CP; クロラムフェニコール, NA; ナリジクス酸, CPEFX; シプロフロキサシン, OFLX; オフロキサシン。

表 4-4 中国地方と九州地方の肉用鶏のサルモネラ汚染実態

地方	地域	農場数	鶏群数	陽性農場数 (%)		羽数	陽性羽数 (%)		
				計	S. Schwarzengrund		S. Infantis	計	S. Schwarzengrund
中国地方	A	3	3	2 (66.7)	1 (33.3)	15	2 (13.3)	1 (6.7)	1 (6.7)
	B	1	1	1 (100)	1 (100)	5	3 (60.0)		3 (60.0)
	C	1	1	1 (100)	1 (100)	5	1 (20.0)	1 (20.0)	
	D	5	9	5 (100)	5 (100)	45	26 (57.8)	26 (57.8)	2 (4.4)
	E	1	1	1 (100)	1 (100)	5	1 (20.0)		1 (20.0)
	F	8	8	8 (100)	7 (87.5)	40	25 (62.5)	19 (47.5)	6 (15.0)
	G	9	9	7 (77.8)	7 (77.8)	45	22 (48.9)	22 (48.9)	
	H	3	3	1 (33.3)	1 (33.3)	15	3 (20.0)	3 (20.0)	
	I	1	2	1 (100)	1 (100)	10	4 (40.0)	4 (40.0)	
	小計		32	37	27 (84.4)	23 (71.9)	185	87 (47.0)	76 (41.1)
九州地方	J	1	1	1 (100)	1 (100)	5	3 (60.0)	3 (60.0)	
	K	19	21	18 (94.7)	18 (94.7)	105	39 (37.1)	39 (37.1)	
	L	1	1	0 (0.0)		5	0 (0.0)		
	M	3	4	2 (67)	2 (67)	20	7 (35.0)	7 (35.0)	
	N	4	4	4 (100)	4 (100)	20	10 (50.0)	10 (50.0)	
	小計		28	31	25 (89.3)	25 (89.3)	155	59 (38.1)	59 (38.1)
合計		60	68	52 (86.7)	48 (80.0)	340	146 (42.9)	135 (39.7)	13 (3.8)

山本倫也, 豊福 肇, 溝手朝子: 中国地方と九州地方における肉用鶏および鶏肉のサルモネラ汚染実態と薬剤耐性について. 日食雑誌, 38, 78-87 (2021). ¹⁰⁸⁾から引用して
 改変

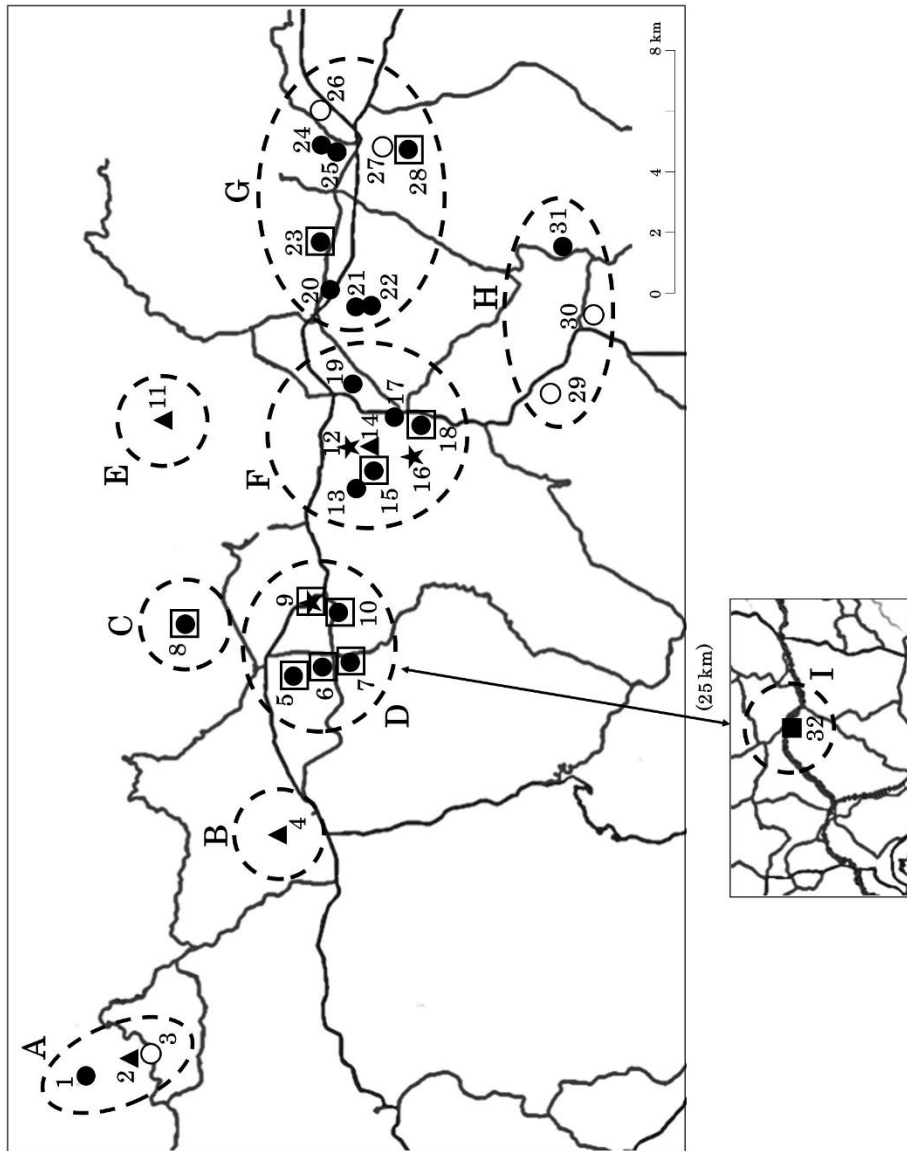


図4-3 中国地方の肉用鶏農場の地域分布とサルモネラ汚染実態

中国地方について、-は主要幹線道路、A~Iは地域区分、●は*S. Schwarzengrund* 陽性農場、▲は*S. Infantis* 陽性農場、★は*S. Schwarzengrund* 及び*S. Infantis* 陽性農場、○はサルモネラ陰性農場、□はカナマイシン耐性株の陽性農場を示す。

山本倫也，豊福 肇，溝手朝子：中国地方と九州地方における肉用鶏および鶏肉のサルモネラ汚染実態と薬剤耐性について．日食雑誌，38, 78-87 (2021).¹⁰⁸⁾から引用して改変
This map is based on the Digital Topographic Map 200000 (central lines of road) published by Geospatial Information Authority of Japan. (approved numbers:2018-192)

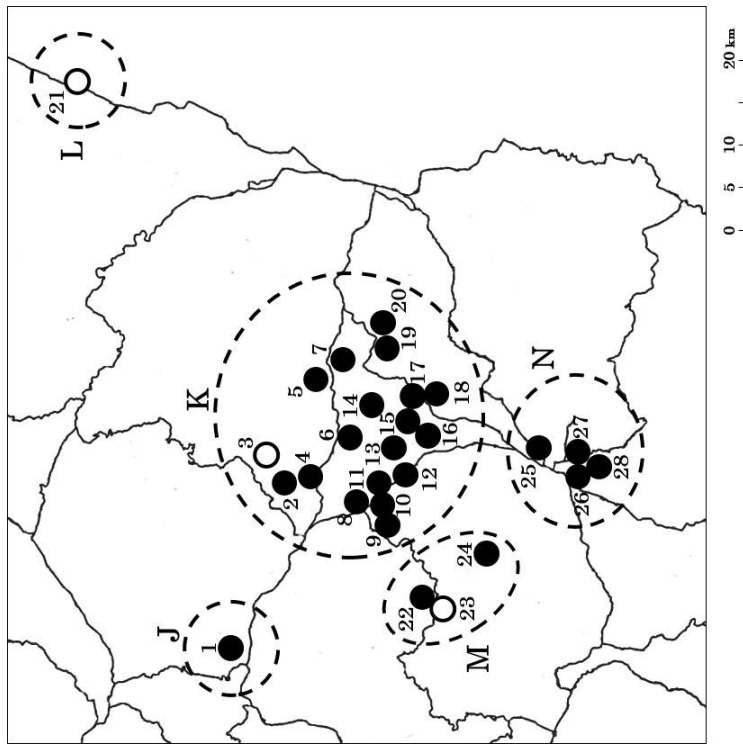


図 4-4 九州地方の肉用鶏農場の地域分布とサルモネラ汚染実態

九州地方について、一は主要幹線道路，J～Nは地域区分，●は *S. Schwarzengrund* 陽性農場，○はサルモネラ陰性農場を示す。山本倫也，豊福 肇，薄手朝子：中国地方と九州地方における肉用鶏および鶏肉のサルモネラ汚染実態と薬剤耐性について．日食雑誌，38，78-87 (2021).¹⁰⁸⁾から引用して改変
 This map is based on the Digital Topographic Map 200000 (central lines of road) published by Geospatial Information Authority of Japan. (approved numbers:2018-192)

表 4-5 中国地方と九州地方の肉用鶏由来サルモネラの薬剤耐性パターン

血清型	地方	薬剤数	薬剤耐性パターン	分離株数 (%)	地域
<i>S. Schwarzengrund</i>	中国地方	5	ABPC-SM-KM-TC-TMP	2 (0.9)	D
		4	SM-KM-TC-TMP	105 (46.5)	C, D, F, G
		3	SM-TC-TMP	106 (46.9)	A, C, F, G, H, I
		2	SM-TC	5 (2.2)	F
		2	SM-TMP	8 (3.5)	D, G
	九州地方	5	SM-KM-TC-NA-TMP	14 (7.5)	K, N
		4	SM-KM-TC-TMP	109 (58.6)	K, M, N
		4	SM-TC-NA-TMP	2 (1.1)	K
		3	SM-KM-TC	12 (6.5)	J, K, N
		3	SM-KM-TMP	3 (1.6)	J
<i>S. Infantis</i>	中国地方	3	SM-TC-NA	4 (2.2)	K, M
		3	SM-TC-TMP	14 (7.5)	K, M
		2	KM-TMP	9 (4.8)	J, K
		2	SM-TC	7 (3.8)	K, M
		1	KM	3 (1.6)	J
	中国地方	4	ABPC-CTX-SM-TC	14 (32.6)	A, E, F
		3	ABPC-SM-TC	1 (2.3)	F
		2	SM-TC	28 (65.1)	B, D, F

ABPC; アンピシリン, CTX; セフトキサシム, SM; ストレプトマイシン, KM; カナマイシン, TC; テトラサイクリン, NA; ナリジクス酸, TMP; トリメトプリム.

山本倫也, 豊福 肇, 溝手朝子; 中国地方と九州地方における肉用鶏および鶏肉のサルモネラ汚染実態と薬剤耐性について. 日食雑誌, 38, 78-87 (2021).¹⁰⁸⁾から引用して改変

表 4-6 中国地方の肉用鶏農場におけるカンピロバクター汚染実態

鶏舎	検査時期	カンピロバクター検査結果										
		環境試料										
		鶏舎内床面	天井柱	ほこり	ブルーダー	飼料	飲水	雛マット	サービスマット	鶏舎外周囲	肉用鶏	むね肉
鶏舎A	洗浄・消毒後	N. D.		N. D.	N. D.					N. D.		
	入雛前	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.		N. D.		N. D.	N. D.		
	入雛後											
	入雛時	N. D.				N. D.		N. D.		N. D.		
	1週										N. D.	
	2週										N. D.	
	3週					N. D.			N. D.	N. D.		
	4週										N. D.	
	5週										N. D.	
	6週										N. D.	
出荷後						N. D.			N. D.	N. D.		
鶏舎B	入雛前	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.		N. D.		N. D.	N. D.		
	入雛											
	入雛時	N. D.				N. D.			N. D.	N. D.		
	1週										N. D.	
	2週										N. D.	
	3週					N. D.			N. D.	N. D.		
	4週										N. D.	
	5週										<i>C. jejuni</i>	
	6週										<i>C. jejuni</i>	
	出荷後										<i>C. jejuni</i>	<i>C. jejuni</i>

検査時期：1期目（2021年5月～7月）
 N. D.は不検出（not detected）を示す。

表 4-7 中国地方の肉用鶏農場におけるサルモネラ汚染実態

a 1 期目 (2021 年 5 月 ~ 7 月)

鶏舎	検査時期	サルモネラ検査結果																		
		環境試料					肉用鶏													
		鶏舎内床面	天井柱	ほこり	ブルーダー	飼料	飲水	糞マント	サービスルーム	鶏舎外周囲	肉用鶏	むね肉								
鶏舎A	洗浄・消毒後	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.															
	入雛前	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.					N. D.	N. D.									
	入雛後																			
	入雛時	N. D.				●/■						N. D.								
	1週																			
	2週																			
	3週	●/■		●/■		●							●/■							
4週																				
5週																				
6週	●/■		■																	
	出荷後																			
鶏舎B	入雛前	N. D.	N. D.	●/■	N. D.															
	入雛																			
	入雛時	N. D.				●/■														
	1週																			
	2週																			
	3週	●/■		N. D.		●														
	4週																			
5週																				
6週	●		●		N. D.															
	出荷後																			

●はS. Schwarzengrund (SM-TC耐性), ■はS. Schwarzengrund (SM-KM-TC-TMP耐性), N. D.は不検出 (not detected) を示す。
SM; ストレプトマイシン, KM; カナマイシン, TC; テトラサイクリン, TMP; トリメトプリム。

b 2 期目 (2022 年 5 月 ~ 7 月)

鶏舎	検査時期	サルモネラ検査結果														
		環境試料											肉用鶏	むね肉		
		鶏舎内床面	天井柱	ほこり	ブルーダー	飼料	飲水	糞マット	サービスマーム	鶏舎外周囲	ドリンカー	長靴	手袋	はかり		
鶏舎A	洗浄・消毒後	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.		
	入雛前	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	■	N. D.	■					N. D.	
	入雛後															
	1週															
	2週															
	3週															
	4週															
5週																
6週																
	出荷後															
鶏舎B	入雛前	■	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.		N. D.	N. D.	N. D.				N. D.	
	入雛															
	1週															
	2週															
	3週															
	4週															
	5週															
6週																
	出荷後															

●はS. Schwarzengrund (SM-TC耐性), ◆はS. Schwarzengrund (SM-TC-TMP耐性), ■はS. Schwarzengrund (SM-KM-TC-TMP耐性), N. D.は不検出 (not detected) を示す。
SM; ストレプトマイシン, KM; カナマイシン, TC; テトラサイクリン, TMP; トリメトプリム。

第5章 総括

鶏肉類に起因する食中毒の発生を防ぐためには、フードチェーン各段階において対策を講じることで食中毒リスクを総合的に低減していくことが必要である。本研究では、山口県（中国地方）を中心とした地域において、鶏肉類の「流通段階」「食鳥処理段階」「生産段階」の各段階における病原微生物の汚染実態等を調査することで、食中毒リスクの解明と低減策の検討を行った。

流通段階における調査により、山口県内の市販鶏肉類の 35.7%からカンピロバクターが分離され、レバー等の特定の部位や夏季の汚染率が高いといった実態が明らかになった。また、mP-BIT 法による分離株の遺伝子型別により、多様な遺伝子型が確認され、一部は病原性関連遺伝子を保有するとともに、食中毒患者由来株⁶⁵⁾と同遺伝子型の菌も確認された。さらに、感染症治療の難渋化が懸念される FQ 系耐性菌の汚染も確認された。このことから、本県に流通する市販鶏肉類については、カンピロバクター汚染率は他県に比べて比較的低い傾向にあるものの、食中毒を起因する可能性のある菌に汚染された鶏肉類が流通しており、流通段階までに十分な食中毒リスクの低減が図られていないことが示唆された。このため、鶏肉類の消費段階におけるリスク低減策を優先的に進めることが重要と考えられ、本調査で得られた知見を活用し、消費者や事業者に対し、鶏肉類の生食等の危険性や調理時の十分な加熱等の食中毒の発生防止に係る啓発・指導を一層進めていくことが必要である。

食鳥処理段階における調査により、山口県内の大規模食鳥処理場から出荷される鶏肉類がカンピロバクターに汚染されていることが明らかとなった。当該施設における次亜塩素酸ナトリウムを用いた予備冷却（80～150 ppm で 5 分間）及び本冷却（50～100 ppm で 40 分間）工程による鶏肉類の消毒では、生菌数の低減は可能であったが、カンピロバクターは完全に除去できていなかった。このため、食中毒リスクの更なる低減のためには、例えば、冷却工程の消毒薬について、有機物の存在下においても効

果が減少しにくい過酢酸製剤の使用を検討するなど、施設の処理羽数や設備等の実態に応じ、消毒薬の種類、使用濃度や冷却時間等の CCP に係る衛生管理の改善が必要である。当該施設において、消毒前の鶏と体はカンピロバクターの汚染を受けており、本地域の複数の生産農場の肉用鶏が汚染を受けていることが示唆された。このため、食鳥処理場における衛生管理の向上と併せて、施設に汚染を持ち込ませないよう、各農場における鶏の汚染防除策の検討を進めていく必要があると考えられた。

生産段階である複数農場の調査により、農場のカンピロバクター陽性率は中国地方が 46.9%、九州地方が 75.0%、サルモネラ陽性率は中国地方が 84.4%、九州地方が 89.3% であり、両地域の汚染実態が明らかとなった。地域により、農場の陽性率や同鶏群における陽性羽数の割合、菌種や血清型、遺伝子型や薬剤耐性獲得状況等について地域性が確認された。また、両菌の汚染が確認されなかった農場が存在したことから、適切な対策を講じることで汚染を防除できる可能性が示唆された。さらに、鶏肉類のフードチェーン各段階で分離された菌の遺伝子型や薬剤耐性獲得状況から、各地域において特徴的な遺伝学的性状等を有する菌の拡散が示唆された。これらのことから、鶏肉類の食中毒リスクの解明及び低減策の検討に当たっては、地域性を十分に考慮することが重要と考えられ、汚染実態を適切に把握するための体制の構築が必要である。

特定の農場及び鶏舎における汚染要因等の検討に係る調査により、鶏舎内外の環境や飼料等はカンピロバクターの侵入・拡散の要因にならないものの、入雛 5～6 週以降の感染した鶏の糞便等を介して飼養環境中に汚染が拡散したことが示唆された。また、サルモネラについても、鶏の出荷後に敷料（発酵堆積糞）を除去して洗浄・消毒を徹底した鶏舎では、入雛前に鶏舎内から菌は分離されなかったことから、敷料を含む飼養環境における菌の生残が鶏の汚染要因となったことが示唆され、飼養環境の清浄化等の対策が重要であることが示された。飼料や作業員等を介したサルモネラの拡散が示唆される結果も得られたことから、食中毒リスクの低減のためには、農場の飼養衛

生管理マニュアルの改善や HACCP に基づく衛生管理の導入による対策強化を図る必要がある。特に、敷料（発酵堆積糞）の衛生管理に係る CCP を設定し、菌を完全に死滅させることができる発酵温度や時間の検証等が必要である。

消費者や事業者に対する啓発等については、行政や研究機関等が主体となり、適切な情報の提供等によるリスクコミュニケーションを進めていく必要がある。また、食鳥処理段階及び生産段階においては、HACCP に基づく適切な衛生管理の推進が必要であるが、個々の事業者や業界団体に対応を委ねた取組には限界がある。このため、行政の衛生部局や畜産部局、研究機関、事業者、消費者等の様々な主体による分野横断的な連携・協働の下、本研究で得られた知見を基に、鶏肉類のフードチェーン各段階において効果的な食中毒リスク低減策を講じ、食の安心・安全の確保を進めていくことが必要である。

引用文献

- 1) 窪田邦宏, 天沼 宏 : 食中毒被害実態の推定手法. 日獣会誌, 70, 529–534 (2017).
- 2) 森田幸雄, 小林光士 : わが国の食肉・食鳥肉の衛生状況. 日獣会誌, 69, 695–701 (2016).
- 3) Food Standards Agency: CookSafe Food Safety Assurance System. https://www.foodstandards.gov.scot/downloads/CookSafe_Manual_Complete_September_2021.pdf
- 4) Vetchapitak, T. and Misawa, N.: Current status of *Campylobacter* food poisoning in Japan. Food Safety, 7, 61–73 (2019).
- 5) 磯部順子 : 焼肉チェーン店を原因施設とする腸管出血性大腸菌による集団食中毒の概要. 日食微誌, 29, 94–97 (2012).
- 6) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長 : 食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件について. 平成 23 年 9 月 12 日, 食安発第 0912 第 7 号 (2011).
- 7) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長 : 食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件について. 平成 24 年 6 月 25 日, 食安発第 0625 第 1 号 (2012).
- 8) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長 : 食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件について. 平成 27 年 6 月 2 日, 食安発第 0602 第 1 号 (2015).
- 9) 厚生労働省医薬・生活衛生局生活衛生・食品安全部監視安全課長, 消費者庁食品表示企画課長 : カンピロバクター食中毒対策の推進について. 平成 29 年 3 月 31 日, 生食監発 0331 第 3 号 / 消食表第 193 号 (2017).
- 10) McEwen, S. A. and Fedorka-Cray, P. J.: Antimicrobial use and resistance in animals. Clin. Infect. Dis., 34, S93–106 (2002).
- 11) Centers for Disease Control and Prevention: Antibiotic resistance threats in the United States 2019. <https://www.cdc.gov/drugresistance/pdf/threats-report/>

2019-ar-threats-report-508.pdf)

- 12) 国際的に脅威となる感染症対策関係閣僚会議：薬剤耐性（AMR）対策アクションプラン 2016-2020 . <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000120769.pdf>
- 13) 松田真理, 磯村れん, Kwan, N. C. L., 川西路子, 小澤真名緒, 木島まゆみ, 杉浦勝明: 家畜暴露レベルを指標とした日本の動物用抗菌剤使用量の算出. 家畜衛生学雑誌, 43, 161–168 (2018).
- 14) 一般社団法人日本感染症学会, 公益財団法人日本化学療法学会 JAID/JSC 感染症治療ガイド・ガイドライン作成委員会 腸管感染症ワーキンググループ: JAID/JSC 感染症治療ガイドライン 2015 –腸管感染症–. 日本化学療法学会雑誌, 64, 31–65 (2016).
- 15) 薬剤耐性ワンヘルス動向調査検討会: 薬剤耐性ワンヘルス動向調査年次報告書 2021. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000938734.pdf>
- 16) 農林水産省動物医薬品検査所: 動物用医薬品等販売高年報 (別冊). https://www.maff.go.jp/nval/iyakutou/hanbaidaka/pdf/R2_hanbaikoukin_1.pdf
- 17) Haruna, M., Sasaki, Y., Murakami, M., Ikeda, A., Kusukawa, M., Tsujiyama, Y., Ito, K., Asai, T., and Yamada, Y.: Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Campylobacter* in broiler flocks in Japan. *Zoonoses Public Health*, 59, 241–245 (2012).
- 18) Ahmed, A. M., Ishida, Y. and Shimamoto, T.: Molecular characterization of antimicrobial resistance in *Salmonella* isolated from animals in Japan. *J. Appl. Microbiol.*, 106, 402–409 (2009).
- 19) Asai, T., Esaki, H., Kojima, A., Ishihara, K., Tamura, Y. and Takahashi, T.: Antimicrobial resistance in *Salmonella* isolates from apparently healthy food-

- producing animal from 2000 to 2003: the first stage of Japanese Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring (JVARM). *J. Vet. Med. Sci.*, 68, 881–884 (2006).
- 20) Shahada, F., Chuma, T., Tobata, T., Okamoto, K., Sueyoshi, M. and Takase, K.: Molecular epidemiology of antimicrobial resistance among *Salmonella enterica* serovar Infantis from poultry in Kagoshima, Japan. *Int. J. Antimicrob. Agents.*, 28, 302–307 (2006).
- 21) Ishihara, K., Takahashi, R., Andoh, M., Ueno, H., Muramatsu, Y. and Tamura, Y.: Seasonal Variation in *Campylobacter*-contaminated Retail Chicken Products: A Year-Round Investigation in Japan. *J. Vet. Med. Sci.*, 74, 117–120 (2012).
- 22) 森 哲也, 市川希美, 岸野かなえ, 和田真太郎, 鄒 碧珍, 難波豊彦, 伊藤 武: 全国の市販鶏肉および食鳥処理場で採取した鶏肉からの *Campylobacter jejuni* と *C.coli* の分離と薬剤耐性状況. *日食微誌*, 33, 142–149 (2016).
- 23) 佐藤拓弥, 藤岡美幸: 青森県内における市販食肉の *Campylobacter* 汚染状況および分離菌株の薬剤感受性. *日食微誌*, 35, 36–40 (2018).
- 24) Iwabuchi, E., Yamamoto, S., Endo, Y., Ochiai, T. and Hirai, K.: Prevalence of *Salmonella* isolates and antimicrobial resistance patterns in chicken meat throughout Japan. *J. Food Prot.*, 74, 270–273 (2011).
- 25) Mori, T., Okamura, N., Kishino, K., Wada, S., Zou, B., Nanba, T. and Ito, T.: Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* serotypes isolated from poultry meat in Japan. *Food safety*, 6, 126–129 (2017).
- 26) 内閣府食品安全委員会事務局長: 食品健康影響評価のためのリスクプロファイルについて (鶏肉等における *Campylobacter jejuni* / *coli* (改訂版)). 令和3年6月22日, 府食第368号 (2021).

- 27) Furukawa, I., Ishihara, T., Teranishi, H., Saito, S., Yatsuyanagi, J., et al.: Prevalence and characteristics of *Salmonella* and *Campylobacter* in retail poultry meat in Japan. *Jpn. J. Infect. Dis.*, 70, 239–247 (2017).
- 28) 佐藤博, 後藤こず恵, 熊倉充得: 新潟県における市販鶏肉のカンピロバクター汚染調査. *日獣会誌*, 71, 149–152 (2018).
- 29) Berrang, M. E., Buhr, R. J., Cason, J. A. and Dickens, J. A.: Broiler carcass contamination with *Campylobacter* from feces during defeathering. *J. Food Prot.*, 64, 2063–2066 (2001).
- 30) Newell, D. G., Shreeve, J. E., Toszeghy, M., Dominguez, G., Bull, S., Humphrey, T. and Mead, G.: Changes in the carriage of *Campylobacter* strains by poultry carcasses during processing in abattoirs. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67, 2636–2640 (2001).
- 31) Rivoal, K., Denis, M., Salvat, G., Colin, P. and Ermel, G.: Molecular characterization of the diversity of *Campylobacter* spp. isolates collected from a poultry slaughterhouse: analysis of cross-contamination. *Lett. Appl. Microbiol.*, 29, 370–374 (1999).
- 32) Olsen, J. E., Brown, D. J., Madsen, M. and Bisgaard, M.: Cross-contamination with *Salmonella* on a broiler slaughterhouse line demonstrated by use of epidemiological markers. *J. Appl. Microbiol.*, 94, 826–835 (2003).
- 33) Rivera-Pérez, W., Barquero-Calvo, E. and Zamora-Sanabria, R.: *Salmonella* Contamination risk points in broiler carcasses during slaughter line processing. *J. Food Prot.*, 77, 2031–2034. (2014).

- 34) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長：と畜場法施行規則及び食鳥処理の事業の規制及び食鳥検査に関する法律施行規則の一部を改正する省令の公布等について。平成 26 年 5 月 12 日，食安発 0512 第 3 号 (2014)。
- 35) 厚生労働省大臣官房生活衛生・食品安全審議官：「食品衛生法等の一部を改正する法律」の公布について。平成 30 年 6 月 13 日，生食発 0613 第 10 号 (2018)。
- 36) Newell, D. G., Elvers, K. T., Dopfer, D., Hansson, I., Jones, P., et al.: Biosecurity-based interventions and strategies to reduce *Campylobacter* spp. on poultry farms. *Appl. Environ. Microbiol.*, 77, 8605–8614 (2011).
- 37) Hald, B., Skovgård, H., Bang, D. D., Pedersen, K., Dybdahl, J., Jespersen, J. B. and Madsen, M.: Flies and *Campylobacter* infection of broiler flocks. *Emerg. Infect. Dis.*, 10, 1490–1492 (2004).
- 38) Sasaki, Y., Tsujiyama, Y., Tanaka, H., Yoshida, S., Goshima, T., Oshima, K., Katayama, S. and Yamada, Y.: Risk Factors for *Campylobacter* Colonization in Broiler Flocks in Japan. *Zoonoses Public Health*, 58, 350–356 (2011).
- 39) Frederick, A. and Huda, N.: Salmonellas, poultry house environments and feeds: A review. *J. Anim. Vet. Adv.*, 10, 679–685 (2011).
- 40) Moraes, D. M. C., Duarte, S. C., Bastos, T. S. A., Rezende, C. L. G., Leandro, N. S. M., Café, M. B., Stringhini, J. H. and Andrade, M. A.: Detection of *Salmonella* spp. by conventional bacteriology and by quantitative polymerase-chain reaction in commercial egg structures. *Braz. J. Poult. Sci.*, 18, 117–124 (2016).
- 41) Yamazaki, W., Uemura, R., Sekiguchi, S., Dong, J.-B., Watanabe, S., et al.: *Campylobacter* and *Salmonella* are prevalent in broiler farms in Kyushu, Japan:

- results of a 2-year distribution and circulation dynamics audit. *J. Appl. Microbiol.*, 120, 1711–1722 (2016).
- 42) Ono, K. and Yamamoto, K.: Contamination of meat with *Campylobacter jejuni* in Saitama, Japan. *Int. J. Food Microbiol.*, 47, 211–219 (1999).
- 43) 宮島成郎：農場 HACCP 認証の歩みと現状について。獣医疫学雑誌, 17, 67–72 (2013).
- 44) Itoh, T., Saito, K., Maruyama, T., Sakai, S., Ohashi, M. and Oka, A.: An outbreak of acute enteritis due to *Campylobacter fetus* Subspecies *jejuni* at a nursery school in Tokyo. *Microbiol. Immunol.*, 24, 371–379 (1980).
- 45) 厚生省環境衛生食品衛生課長：ナグビブリオ、カンピロバクター等の食品衛生上の取り扱いについて。昭和 57 年 3 月 11 日，環食第 59 号 (1982).
- 46) 坂井千三, 伊藤 武: *Campylobacter* 感染症. 日本細菌学雑誌, 40, 563–580 (1985).
- 47) Allos, B. M.: *Campylobacter jejuni* infection as a cause of the Guillain-Barré syndrome. *Infect. Dis. Clin. North. Am.*, 12, 173–184 (1998).
- 48) Kumagai, Y., Pires, S. M., Kubota, K. and Asakura, H.: Attributing human foodborne diseases to food sources and water in Japan using analysis of outbreak surveillance data. *J. Food Prot.*, 83, 2087–2094 (2020).
- 49) 工藤由起子：腸管出血性大腸菌による広域食中毒発生と食肉調理の要因について。国立医薬品食品衛生研究所報告, 136, 7–10 (2018).
- 50) 川本伸一：我が国の最近 10 年間における食中毒発生動向。日本食品科学工学会誌, 64, 1–15 (2017).
- 51) 厚生労働省医薬・生活衛生局食品監視安全課：平成 28 年全国食中毒事件録。

- 52) Silva, J., Leite, D., Fernandes, M., Mena, C., Gibbs, P. A. and Teixeira, P.: *Campylobacter* spp. as a foodborne pathogen: A review. *Frontiers in Microbiology*, 2, 200 (2011).
- 53) Blankenship, L. C. and Craven, S. E.: *Campylobacter jejuni* survival in chicken meat as a function of temperature. *Appl. Environ. Microbiol.*, 44, 88–92 (1982).
- 54) Black, R. E., Levine, M. M., Clements, M. L., Hughes, T. P. and Blaser, M. J.: Experimental *Campylobacter jejuni* infection in humans. *J. Infect. Dis.*, 157, 472–479 (1988).
- 55) Robinson, D. A.: Infective dose of *Campylobacter jejuni* in milk. *Br. Med. J.*, 282, 1584 (1981).
- 56) 東京都福祉保健局：食肉の生食等に関する実態調査報告書。 <https://www.fukushihoken.metro.tokyo.lg.jp/shokuhin/hyouka/houkoku/files/reportr4nama.pdf>
- 57) Yamada, K., Ibata, A., Suzuki, M., Matsumoto, M., Yamashita, T., Minagawa, H. and Kurane, R.: Designing multiplex PCR system of *Campylobacter jejuni* for efficient typing improving monoplex PCR binary typing method. *J. Infect. Chemother.*, 21, 50–54 (2015).
- 58) 国立医薬品食品衛生研究所：カンピロバクター・ジェジュニ/コリ標準試験法（ステージ4：最終案）NIHSJ-02-ST4: 2012 (Draft 120731). http://www.nihs.go.jp/fhm/mmef/pdf/protocol/NIHSJ-02_ST4_rev01.pdf
- 59) 国立医薬品食品衛生研究所：カンピロバクター標準試験法（定性法）NIHSJ-02: 2019. http://www.nihs.go.jp/fhm/mmef/pdf/protocol/NIHSJ-02_2019.pdf
- 60) Wang, G., Clark, C. G., Taylor, T. M., Pucknell, C., Barton, C., Price, L., Woodward, D. L. and Rodgers, F. G.: Colony multiplex PCR assay for

- identification and differentiation of *Campylobacter jejuni*, *C. coli*, *C. lari*, *C. upsaliensis*, and *C. fetus* subsp. *fetus*. J. Clin. Microbiol, 40, 4744–4747 (2002).
- 61) Clinical and Laboratory Standards Institute: Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; Approved standard-ninth edition. CLSI document M07-A9. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute (2012).
- 62) Clinical & Laboratory Standards Institute: Methods for Antimicrobial Dilution and Disk Susceptibility Testing for Infrequently Isolated or Fastidious Bacteria. 3rd ed. CLSI guideline M45. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute (2016).
- 63) National Veterinary Assay Laboratory, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries: Report on the Japanese Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring System 2016-2017. https://www.maff.go.jp/nval/yakuzai/pdf/200731_JVARMReport_2016-2017.pdf
- 64) Lehtopolku, M., Nakari, U.-M., Kotilainen, P., Huovinen, P., Siitonen, A. and Hakanen, A. J.: Antimicrobial susceptibilities of multidrug-resistant *Campylobacter jejuni* and *C. coli* strains: In vitro activities of 20 antimicrobial agents. Antimicrob. Agents Chemother., 54, 1232–1236 (2010).
- 65) Luangtongkum, T., Morishita, T. Y., Ison, A. J., Huang, S., McDermott, P. F. and Zhang, Q.: Effect of conventional and organic production practices on the prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* spp. in poultry. Appl Environ Microbiol, 72, 3600–3607 (2006).
- 66) 小野一晃 : 市販鶏肉のカンピロバクター及びサルモネラ汚染状況と分離株の薬剤感受性. 日獣会誌, 67, 442–448 (2014).

- 67) 榑田 希, 佐藤実佳, 貫洞里美, 鹿島かおり, 島田慎一, 石井里枝: 埼玉県内の市販食肉における食中毒細菌の汚染実態調査. 食衛誌, 63, 151–157 (2022).
- 68) 古田宗宜, 小田隆弘, 樋脇 弘, 財津修一, 村上光一, 馬場 愛, 江渕寿美, 金子孝昌, 木原温子: 市販鶏肉類における *Campylobacter jejuni/coli*, *Salmonella* ならびに糞便系大腸菌群の汚染状況の関係. 日食微誌, 27, 200–205 (2010).
- 69) 佐々木貴正, 岡田由美子, 上間 匡, 朝倉 宏, 野田 衛: 鶏肝臓のカンピロバクターおよび腸内細菌科菌群に対する高圧処理効果. 日食微誌, 35, 187–192 (2018).
- 70) Koga, M., Gilbert, M., Takahashi, M., Li, J., Koike, S., Hirata, K. and Yuki, N.: Comprehensive analysis of bacterial risk factors for the development of Guillain-Barré syndrome after *Campylobacter jejuni* enteritis. J. Infect. Dis., 193, 547–555 (2006).
- 71) 中村寛海, 山本香織, 藤原淳史, 平山照雄, 秋吉充子, 梅田 薫, 小笠原 準: 食中毒患者, ニワトリおよびウシ由来カンピロバクターの multiplex PCR binary typing 法による型別. 日食微誌, 37, 132–142 (2020).
- 72) 三澤尚明: 食鳥処理場におけるカンピロバクター制御法の現状と課題. 日獣会誌, 65, 617–623 (2012).
- 73) Food and Agriculture Organization of United Nations (厚生労働省訳): 鶏肉中のカンピロバクター及びサルモネラ属菌の管理のためのガイドライン CAC/GL 78-2011. https://www.mhlw.go.jp/topics/idenishi/codex/06/dl/cac_gl78.pdf
- 74) 一般社団法人日本食鳥協会: 認定小規模食鳥処理場のための HACCP の考え方を取り入れた衛生管理の手引書 (2019). <https://www.mhlw.go.jp/content/11130500/000490801.pdf>
- 75) 一般社団法人日本成鶏処理流通協会: 親鶏製品製造事業者 (大規模食鳥処理場) 向け HACCP に基づく衛生管理のための手引書 (2021). <https://www.mhlw.go.jp/>

content/11130500/000782743.pdf

- 76) Yang, H., Li, Y. and Johnson, M. G.: Survival and death of *Salmonella* Typhimurium and *Campylobacter jejuni* in processing water and on chicken skin during poultry scalding and chilling. J. Food Prot., 64, 770–776 (2001).
- 77) Kotula, K. L., Kotula, A. W., Rose, B. E., Pierson, C. J. and Camp, M.: Reduction of aqueous chlorine by organic material. J Food Protect, 60, 276–282 (1997).
- 78) Kameyama, M., Chuma, T., Nishimoto, T., Oniki, H., Yanagitani, Y., et al.: Effect of cooled and chlorinated chiller water on *Campylobacter* and coliform counts on broiler carcasses during chilling at a middle-size poultry processing plant. J. Vet. Med. Sci., 74, 129–133 (2012).
- 79) 内野昌孝, 高野克己: 食肉の生菌数および分離した *Pseudomonas* 属細菌の性質. 日食保蔵誌, 31, 117–120 (2005).
- 80) 山本倫也, 溝手朝子: 山口県の食鳥処理場における鶏肉類の *Arcobacter* 属菌及び *Campylobacter* 属菌による汚染状況並びに分離菌の薬剤感受性. 日食微誌, 37, 143–152 (2020).
- 81) 厚生労働省医薬・生活衛生局食品監視安全課: と畜場及び食鳥処理場における HACCP 導入状況調査結果について. 平成 30 年 9 月 25 日, 事務連絡 (2018).
- 82) Bauermeister, L. J., Bowers, J. W. J., Townsend, J.C., McKee, S. R.: The Microbial and Quality Properties of Poultry Carcasses Treated with Peracetic Acid as an Antimicrobial Treatment. Poult. Sci., 87, 2390–2398 (2008).
- 83) Nagel, G., Bauermeister, L., Bratcher, C., Singh, M. and McKee, S.: *Salmonella* and *Campylobacter* reduction and quality characteristics of poultry

- carcasses treated with various antimicrobials in a post-chill immersion tank. *Int. J. Food Microbiol.*, 165, 281–286 (2013).
- 84) 朝倉 宏, 山本詩織, 中山達哉, 佐々木貴正: 冷却工程での各種殺菌剤利用を通じた, 食鳥と体におけるカンピロバクター汚染低減効果に関する検討. *食品衛生研究*, 70, 17–25 (2020).
- 85) Miwa, N., Takegahara, Y., Terai, K., Kato, H. and Takeuchi, T.: *Campylobacter jejuni* contamination on broiler carcasses of *C. jejuni*-negative flocks during processing in a Japanese slaughterhouse. *Int. J. Food Microbiol.*, 84, 105–109 (2003).
- 86) Normand, V., Boulianne, M. and Quessy, S.: Evidence of cross-contamination by *Campylobacter* spp. of broiler carcasses using genetic characterization of isolates. *Can. J. Vet. Res.*, 72, 396–402 (2008).
- 87) Rasschaert, G., Houf, K. and Zutter, L. De.: Impact of the slaughter line contamination on the presence of *Salmonella* on broiler carcasses. *J. Appl. Microbiol.*, 103, 333–341 (2007).
- 88) 藤田雅弘, 遠藤健太郎, 塩野雅孝, 森田幸雄, 朝倉 宏, 山本茂貴: 食鳥処理場におけるカンピロバクター交差汚染状況. *日食微誌*, 33, 182–186 (2016).
- 89) Issenhuth-Jeanjean, S., Roggentin, P., Mikoleit, M., Guibourdenche, M., de Pinna, E., Nair, S., Fields, P. I. and Weill, F. X.: Supplement 2008–2010 (no. 48) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme. *Res. Microbiol.*, 165, 526–530 (2014).
- 90) Antunes, P., Mourão, J., Campos, J. and Peixe, L.: Salmonellosis: the role of poultry meat. *Clin. Microbiol. Infect.*, 22, 110–121 (2016).
- 91) 食品安全委員会委員長 小泉直子: 食品健康影響評価の結果の通知について. 平成 23 年 8 月 25 日, 府食第 691 号 (2011).

- 92) Hiramatsu, R., Matsumoto, M., Sakae, K. and Miyazaki, Y.: Ability of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. to survive in a desiccation model system and in dry foods. *Appl. Environ. Microbiol.*, 71, 6657–6663 (2005).
- 93) Iibuchi, R., Hara-Kudo, Y., Hasegawa, A. and Kumagai, S.: Survival of *Salmonella* on a polypropylene surface under dry conditions in relation to biofilm-formation capability. *J. Food Prot.*, 73, 1506–1510 (2010).
- 94) Morita, Y., Komoda, E., Ono, K. and Kumagai, S.: Survival of biofilm-forming *Salmonella* on stainless steel bolt threads under dry conditions. *Food Hyg. Saf. Sci.*, 52, 299–303 (2011).
- 95) 水野卓也, 大西 結, 岩間英里, 野田万希子, 越 勝男, 佐藤容平, 亀山芳彦 : *Salmonella* Infantis により軽度に汚染された保育園給食を原因とする食中毒事例. 39, 33–37 (2022).
- 96) Chuma, T., Miyasako, D., Dahshan, H., Takayama, T., Nakamoto, Y., Shahada, F., Akiba, M. and Okamoto, K.: Chronological change of resistance to β -lactams in *Salmonella enterica* serovar Infantis isolated from broilers in Japan. *Front. Microbiol.*, 4, 1–5 (2013).
- 97) 松本裕子, 泉谷秀昌, 山田三紀子, 小川敦子, 高橋一樹, 小泉充正, 武藤哲典, 寺嶋淳, 渡邊治雄 : 横浜市内の小売店より収去した国産鶏肉から分離された *Salmonella enterica* subsp. *enterica* Serovar Infantis における薬剤感受性の状況および基質特異性拡張型 β -ラクタマーゼ (ESBL) 産生菌の検出状況について. 日食微誌, 27, 27–33 (2010).
- 98) Noda, T., Murakami, K., Etoh, Y., Okamoto, F., Yatsuyanagi, J., et al.: Increase in resistance to extended-spectrum cephalosporins in *Salmonella* isolated from retail chicken products in Japan. *PLoS ONE*, 10, e0116927 (2015).

- 99) Newell, D. G. and Fearnley, C.: Sources of *Campylobacter* Colonization in Broiler Chickens. *Appl. Environ. Microbiol.*, 69, 4343–4351 (2003).
- 100) 佐々木貴正：ブロイラー種鶏場のサルモネラ汚染状況. 鶏病研究会報, 57, 22–26 (2021).
- 101) Sasaki, Y., Ikeda, A., Ishikawa, K., Murakami, M., Kusukawa, M., Asai, T. and Yamada, Y.: Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Salmonella* in Japanese broiler flocks. *Epidemiol. Infect.*, 140, 2074–2081 (2012).
- 102) Herman, L., Heyndrickx, M., Grijspeerdt, K., Vandekerchove, D., Rollier, I. and De Zutter, L.: Routes for *Campylobacter* contamination of poultry meat: epidemiological study from hatchery to slaughterhouse. *Epidemiol. Infect.*, 131, 1169–1180 (2003).
- 103) 国立医薬品食品衛生研究所：サルモネラ属菌標準試験法 NIHSJ-01-ST4 (090218). <http://www.nihs.go.jp/fhm/kensa/sal/Salmonells%20ST4-091014F.pdf>.
- 104) 国立医薬品食品衛生研究所：サルモネラ属菌標準試験法 NIHSJ-01: 2019. http://www.nihs.go.jp/fhm/mmef/pdf/protocol/NIHSJ-01_2019.pdf.
- 105) Chiu, C. H. and Ou, J. T.: Rapid identification of *Salmonella* serovars in feces by specific detection of virulence genes, *invA* and *spvC*, by an enrichment broth culture-multiplex PCR combination assay. *J. Clin. Microbiol.*, 34, 2619–2622 (1996).
- 106) Clinical & Laboratory Standards Institute: Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 28th ed. CLSI supplement c. PA: Clinical and Laboratory Standards Institute (2018).

- 107) National Veterinary Assay Laboratory, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries: A report on the Japanese Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring System -2008 to 2011-. https://www.maff.go.jp/nval/tyosa_kenkyu/taiseiki/pdf/jvarm2008_2011.pdf
- 108) 山本倫也, 豊福肇, 溝手朝子: 中国地方と九州地方における肉用鶏および鶏肉のサルモネラ汚染実態と薬剤耐性について. 日食微誌, 38, 78–87 (2021).
- 109) Ishihara, K., Chuma, T., Andoh, M., Yamashita, M., Asakura, H. and Yamamoto, S.: Effect of climatic elements on *Campylobacter* colonization in broiler flocks reared in southern Japan from 2008 to 2012. Poult. Sci., 96, 931–937 (2017).
- 110) Luo, N., Pereira, S., Sahin, O., Lin, J., Huang, S., Michel, L. and Zhang, Q.: Enhanced in vivo fitness of fluoroquinolone-resistant *Campylobacter jejuni* in the absence of antibiotic selection pressure. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 102, 541–546 (2005).
- 111) Price, L. B., Lackey, L. G., Vailes, R. and Silbergeld, E.: The persistence of fluoroquinolone-resistant *Campylobacter* in poultry production. Environ. Health Perspect., 115, 1035–1039 (2007).
- 112) Price, L. B., Johnson, E., Vailes, R. and Silbergeld, E.: Fluoroquinolone-resistant *Campylobacter* isolates from conventional and antibiotic-free chicken products. Environ. Health Perspect., 113, 557–560 (2005).
- 113) Namata, H., Méroc, E., Aerts, M., Faes, C., Abrahantes, J. C., Imberechts, H. and Mintiens, K.: *Salmonella* in Belgian laying hens: an identification of risk factors. Prev. Vet. Med., 83, 323–336 (2008).

- 114) Mollenhorst, H., van Woudenberg C. J., Bokkers, E. G. M. and de Boer, I. J. M.: Risk factors for *Salmonella* enteritidis infections in laying hens. *Poult. Sci.*, 84, 1308–1313 (2005).
- 115) Sasaki, Y., Murakami, M., Maruyama, N., Tsujiyama, Y., Kusukawa, M., Asai, T. and Yamada, Y.: Risk factors for *Salmonella* prevalence in laying-hen farms in Japan. *Epidemiol. Infect.*, 140, 982–990 (2012).
- 116) Duc, V. M., Nakamoto, Y., Fujiwara, A., Toyofuku, H., Obi, T. and Chuma, T.: Prevalence of *Salmonella* in broiler chickens in Kagoshima, Japan in 2009 to 2012 and the relationship between serovars changing and antimicrobial resistance. *BMC Vet. Res.*, 15, 108 (2019).
- 117) Duc, V. M., Shin, J., Nagamatsu, Y., Fujiwara, A., Toyofuku, H., Obi, T. and Chuma, T.: Increased *Salmonella* Schwarzengrund prevalence and antimicrobial susceptibility of *Salmonella enterica* isolated from broiler chickens in Kagoshima Prefecture in Japan between 2013 and 2016. *J. Vet. Med. Sci.*, 82, 585–589 (2020).
- 118) Ishihara, K., Nakazawa, C., Nomura, S., Elahi, S., Yamashita, M. and Fujikawa, H.: Effects of climatic elements on *Salmonella* contamination in broiler chicken meat in Japan. *J. Vet. Med. Sci.*, 82, 646–652 (2020).
- 119) 佐々木貴正, 米満研三, 上間 匡, 五十君静信, 朝倉 宏: 採卵養鶏場のサルモネラ汚染実態と有効なサルモネラ汚染低減対策の推定. 鶏病研報, 55, 159–163 (2019).
- 120) Su, L. H., Chiu, C. H., Chu, C. and Ou, J. T.: Antimicrobial resistance in nontyphoid *Salmonella* serotypes: a global challenge. *Clin. Infect. Dis.*, 39, 546–551 (2004).

- 121) 松下 秀, 小西典子, 有松真保, 甲斐明美, 山田澄夫, 諸角 聖, 森田耕司, 金森政人, 工藤泰雄: 散発事例由来サルモネラにおけるナリジクス酸耐性株の出現状況. 感染症学雑誌, 74, 345–352 (2000).
- 122) Rodriguez-Avial, I., Rodriguez-Avial, C., López, O. and Picazo, J. J.: Trends in nalidixic acid resistance in nontyphoidal *Salmonella* isolated from 1999 to 2002: Decreased susceptibility to 6 fluoroquinolones. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.*, 52, 261–264 (2005).
- 123) Gregory, E., Barnhart, H., Dreesen, D. W., Stern, N. J. and Corn, J. L.: Epidemiological study of *Campylobacter* spp. in broilers: source, time of colonization, and prevalence. *Avian Dis.*, 41, 890–898 (1997).
- 124) Yano, S., Kira, T., Morishita, Y., Ishihara, K., Asai, T., Iwata, T., Akiba, M. and Murase, T.: Colonization of chicken flocks by *Campylobacter jejuni* in multiple farms in Japan. *Poult. Sci.*, 92, 375–381 (2013).
- 125) 中村政幸: ブロイラー農場におけるカンピロバクターの疫学と対策. 鶏病研報, 44, 5–16 (2008).
- 126) Saint-Cyr, M. J., Guyard-Nicodème, M., Messaoudi, S., Chemaly, M., Cappelier, J. M., Dousset, X. and Haddad, N.: Recent Advances in Screening of Anti-*Campylobacter* Activity in Probiotics for Use in Poultry. *Front Microbiol.*, 7, 553 (2016).
- 127) Lazaro, B., Carcamo, J. Audicana, A., Perales, I. and Fernández-Astorga: Viability and DNA maintenance in nonculturable spiral *Campylobacter jejuni* cells after long-term exposure to low temperatures. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65, 4677–4681 (1999).

- 128) Rollins, D. M. and Colwell, R. R.: Viable but nonculturable stage of *Campylobacter jejuni* and its role in survival in the natural aquatic environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, 52, 531–538 (1986).
- 129) Baffone, W., Casaroli, A., Citterio, B., Pierfelici, L., Campana, R., Vittoria, E., Guaglianone, E. and Donelli, G.: *Campylobacter jejuni* loss of culturability in aqueous microcosms and ability to resuscitate in a mouse model. *Int. J. Food. Microbiol.*, 107, 83–89 (2006).
- 130) Cappelletti, J. M., Minet, J., Magras, C., Colwell, R. R. and Federighi, M.: Recovery in embryonated eggs of viable but nonculturable *Campylobacter jejuni* cells and maintenance of ability to adhere to HeLa cells after resuscitation. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65, 5154–5157 (1999).
- 131) Chaisowwong, W., Kusumoto, A., Hashimoto, M., Harada, T., Maklon, K. and Kawamoto, K.: Physiological characterization of *Campylobacter jejuni* under cold stresses conditions: its potential for public threat. *J. Vet. Med. Sci.*, 74, 43–50 (2012).
- 132) Wei, S., Gutek, A., Lilburn, M. and Yu, Z.: Abundance of pathogens in the gut and litter of broiler chickens as affected by bacitracin and litter management. *Vet. Microbiol.*, 166, 595–601 (2013).
- 133) Vaz, C. S. L., Voss-Rech, D., Avila, V. S. de, Coldebella, A. and Silva, V. S.: Interventions to reduce the bacterial load in recycled broiler litter. *Poult. Sci.*, 96, 2587–2594 (2017).
- 134) Wilkinson, K. G., Tee, E., Tomkins, R. B., Hepworth, G. and Premier, R.: Effect of heating and aging of poultry litter on the persistence of enteric bacteria. *Poult. Sci.*, 90, 10–18 (2011).

- 135) Muniz, E., Mesa, D., Cuaspa, R., Souza, A.M. and Santin, E.: Presence of *Salmonella* spp. in reused broiler litter. Rev. Colomb. Cienc. Pecu., 27, 12–17 (2014).
- 136) Roll, V. F. B., Dai Prá, M. A. and Roll, A. P.: Research on *Salmonella* in broiler litter reused for up to 14 consecutive flocks. Poult. Sci., 90, 2257–2262 (2011).
- 137) Jones, F. T.: A review of practical *Salmonella* control measures in animal feed. Appl. Poult. Res., 20, 102–113 (2011).
- 138) Marin, C., Balasch, S., Vega, S. and Lainez, M.: Sources of *Salmonella* contamination during broiler production in Eastern Spain. Prev. Vet. Med., 98, 39–45 (2011).
- 139) 鶏病研究会：養鶏施設で行われている消毒の種類と機能。鶏病研究会報， 54， 109–116 (2018)。
- 140) Lopes, M., Leite, F. L., Valente, B. S., Heres, T., Dai, Prá, M. A., Xavier, E. G. and Roll, V. F. B.: An assessment of the effectiveness of four in-house treatments to reduce the bacterial levels in poultry litter. Poult. Sci., 94, 2094–2098 (2015).
- 141) Stringfellow, K., Caldwell, D., Lee, J., Byrd, A., Carey, J., Kessler, K., McReynolds, J., Bell, A., Stipanovic, R. and Farnell, M.: Pasteurization of chicken litter with steam and quicklime to reduce *Salmonella* Typhimurium. J. Appl. Poult. Res., 19, 380–386 (2010).

研究業績

学会誌投稿①（査読あり）

【雑 誌】日本食品微生物学会雑誌, 37 (3), 143–152 (2020)

【受理日】2020年6月11日

【題 名】山口県の食鳥処理場における鶏肉類の *Arcobacter* 属菌および *Campylobacter* 属菌による汚染状況ならびに分離菌の薬剤感受性

学会誌投稿②（査読あり）

【雑 誌】日本食品微生物学会雑誌, 38 (2), 78–87 (2021)

【受理日】2021年2月24日

【題 名】中国地方と九州地方における肉用鶏および鶏肉のサルモネラ汚染実態と薬剤耐性について

謝辞

本研究は、食鳥処理場及び鶏農場の関係各位の御協力により取り組むことができました。心から感謝申し上げます。

山口県立大学大学院健康福祉学研究科 吉村 耕一 教授には、指導教員として本研究の実施の機会を与えていただいた上、論文執筆に当たっては、特に、研究の目的や成果等をどのように記載すべきかについて、一から懇切丁寧かつ優しく御指導を賜りました。多々至らない点のある私に、温かい励ましのお言葉をいただけたことは、研究を続ける大きな支えとなりました。深く感謝いたします。

山口県立大学大学院健康福祉学研究科 曾根 文夫 教授、徳田 和央 教授には、副査として、論文の執筆に当たり、多くの有益な御校閲及び御助言を賜りましたことを熱くお礼申し上げます。

山口県立大学看護栄養学部栄養学科 渡邊 朝子 教授には、学士・修士・博士課程と長年に渡って、研究と論文執筆に関する全てを御指導いただきました。研究に取り組むことの楽しさを御教授いただき、渡邊教授にお会いできたことは、私の人生のとても大きな転機でありました。深く感謝いたします。

また、研究を支えていただいた正原 亜依美 様、河原 涼子 様、山口県立大学看護栄養学部栄養学科及び山口大学共同獣医学部の学生の皆様に感謝申し上げます。

本研究の一部は、農林水産省委託事業「肉用養鶏場における食中毒菌（カンピロバクター及びサルモネラ）の汚染リスクを軽減するための研究」の支援を受け実施した。

本研究について、開示すべき利益相反はない。また、本研究は、人の同意を必要とする研究、個人情報取扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究などの指針・法令等に基づく手続が必要なものには該当しない。