

鶏肉におけるカンピロバクターに関する評価の国際動向： JEMRA の MRA46 について

「Measures for the control of *Campylobacter* spp. in chicken meat」
Microbiological Risk Assessment Series 46, 2024

第 52 回コーデックス委員会食品衛生部会（CCFH）の要請に応じて、FAO/WHO 合同微生物学的リスク評価専門家会議（JEMRA）は、2023 年 2 月 6 日から 10 日までローマで専門家会議を開催し、肉養鶏（ブロイラー）の生産と鶏肉における耐熱性カンピロバクター（*C. jejuni* 及び *C. coli*（以下、カンピロバクターとする））の管理に関連する最新の科学的情報を収集し、評価を実施した。これらの評価結果は、鶏肉におけるカンピロバクターとサルモネラの管理に関するコーデックスガイドライン（CXG 78-2011）のレビュー¹と合わせて、Microbiological Risk Assessment Series 46（以下、MRA46 とする）として、「鶏肉のカンピロバクターの管理措置（Measures for the control of *Campylobacter* spp. in chicken meat）」という表題のミーティングレポートを 2024 年に公表した。フードチェーンに沿った各段階において、鶏肉消費に関連するカンピロバクター症を減少させるための効果的なリスク低減/介入措置の特定と効果の評価に重点を置き、管理措置の有効性と実用性を考慮するものとした。

【MRA46 の評価のポイント】

<生産段階>

- ・生産段階（養鶏場）への介入措置に係る評価では、バイオセキュリティ対策があらゆる介入戦略の基礎となる最も効果的な手段である。
- ・生産段階における飼養鶏の間引き（thinning）の実施は、バイオセキュリティに違反する可能性があり、（微生物）汚染リスクが増大し、カンピロバクター汚染の一因でもある。
- ・ワクチン、バクテリオファージに関しては、まだ研究段階であることから、こ

¹コーデックスガイドライン（CXG 78-2011）のレビューでは、パラグラフ 41 において、「部分的な間引きは、カンピロバクター汚染の増加のリスク要因である」という文言の追加が推奨された。また、複数のパラグラフで「225 ppm の過酢酸（PAA）を使用した浸漬式チラーでは、濃度が 1.18 log 減少し、カンピロバクターの保菌数が 76.5% 減少した」等の過酢酸の使用が推奨された。パラグラフ 108 及び 115 においては、「鶏肉は、サルモネラ菌やカンピロバクター菌を不活化できる内部温度、たとえば 74° C に達するプロセスに従って調理する必要がある。」との文書の更新が推奨されている。

れらを介入措置として検討することはできないと評価。

- ・飼料添加物については、長鎖脂肪酸であるカプリル酸がパイロットスタディ（試験的な研究）段階では有望であることが実証された。ただし、商業規模での更なる研究及び評価が必要である。
- ・プロバイオティクス及び植物由来の添加物²については、試験的な研究の結果には、一貫性がないとして評価。

<食鳥処理・加工段階>

- ・食肉処理場の加工工程における管理措置としては、一般衛生管理（GHP）の遵守及び危害要因分析・重要管理点（HACCP）の原則に従うことで、ブロイラーの加工における食品安全管理システムの完全性と健全性が大幅に向上し、鶏肉製品中のカンピロバクター汚染が低減され、鶏肉の消費に関連する公衆衛生上のリスクも減少すると評価。
- ・と体の熱湯処理、浸漬冷却は、カンピロバクターの汚染濃度の低減に有効であり、特に浸漬冷却時に塩素等の補助剤を追加する等、2つ以上の化学的・物理的介入措置を組み合わせたマルチハードルアプローチがカンピロバクター制御対策の効果を高めることができると評価。
- ・ブロイラーの食鳥処理の順番（カンピロバクター陰性鶏群→陽性鶏群等）を考慮した「論理的な食鳥処理」は、カンピロバクターの交差汚染の減少に有効と評価。
- ・物理的な介入措置については、放射線照射は効果があると評価。蒸気、超音波、紫外線等の有効性は商業規模では不明と評価。
- ・加工工程における化学的な添加物として、過酢酸が塩化セチルピリジニウム（CPC:カチオン界面活性剤）と同等かそれ以上の効果があると評価。

<加工後・調理・消費段階>

- ・加工後の対策としては、鶏肉の冷凍処理や交差汚染の防止対策がカンピロバクターの感染リスクを下げる効果があり、中心温度が 74℃以上の加熱は、鶏肉

² トランスシナマルデヒド（シナモンオイルに含まれる芳香族化合物）、オイゲノール（クローブやシナモン等から得られる精油）、カルバクロール（オレガノ精油）、チモール（タイムチモール精油）等は、*in vitro* で最大 4 log のカンピロバクター菌数の減少を示したが、*in vivo* ではそれより低い程度（約 2 log の菌数の減少）であったとされた。さらに、カンゾウ抽出物、β-レゾルシル酸等の他の植物由来成分の試験研究の結果では、盲腸/糞便中のカンピロバクター菌数の減少は限定的（約 1~2 log の菌数の減少）が示されたとされた。

中のカンピロバクターを無視できる程度まで菌数を減少させることができると評価。

- マリネは、酒石酸、オレガノ、チモール、エッセンシャルオイル等のマリネの成分の種類や濃度に依存して、リスク低減に効果があると評価。
- 業務用厨房では、良好な衛生習慣の実践と食品取扱者の適切なトレーニング及びまな板等の調理器具の適切な洗浄が、交差汚染及びヒトへのカンピロバクターのばく露のリスクを減らすために不可欠であると評価。

別添

＜参考＞

MRA46 で示された介入措置とその効果等についての抜粋 一覧

介入措置	効果等
バイオセキュリティ対策	一次生産のすべての段階でカンピロバクター汚染を減らすための最も効果的な唯一の手段であり、あらゆる介入戦略の基礎
間引き	バイオセキュリティ対策違反のリスクが増大する逆効果をもたらすことがわかっており、ブロイラー鶏群のカンピロバクター汚染の一因
清掃、消毒、休息期間	群れの合間に飼育施設を除染するための適切な清掃および消毒の実施、ならびに「休息期間」は、その後の群れのカンピロバクター汚染の低下と関連
季節、地域	温帯気候の気温と湿度は感染率の変化と関連
換気方法	スペインの研究では、換気方法がカンピロバクターの汚染状況と関連
高齢の鶏	感染する可能性が高い
慣行農法、有機農法、品種、群れの大きさ、飼養密度	慣行農法と有機農法、また品種、群れの大きさ、飼養密度によるカンピロバクターの汚染率に関する証拠はまちまち
アニマルウェルフェアのスコア	アニマルウェルフェアのスコアが高い群ではカンピロバクターの汚染率が低い
大規模飼育システムで飼育された高齢の鳥	<i>C. coli</i> の定着率が高い
有機的に飼育された鶏群	一次生産における抗菌薬耐性（AMR）のレベルが低い
ブロイラー鶏舎の築年数、敷地内の鶏舎数、鶏舎のレイアウト（控え室を含む）、水源と給水器の種類、他の農場、家畜、その他の動物との近さ	リスク要因となる
カンピロバクター菌株	一部のカンピロバクター菌株は特定の家畜種（ブロイラー鶏を含む）及び野鳥と関連している。
輸送	ブロイラー群におけるカンピロバクターの汚染状況に係る輸送の影響は様々で、汚染の増加又は減少の

	明確な兆候は見られなかった。
敷料	湿った敷料状態に起因する足の病変の発生率が高いことが示唆されたことから、群におけるカンピロバクター汚染負荷が高いことを予測できる可能性がある。 敷料はリスク要因である。
ハエ対策	デンマーク及びアイスランドでは、すでに高度なバイオセキュリティ対策が実施されている場合、ハエよけのフライスクリーンが鶏群のカンピロバクター汚染率の低下と関連しているとされた。ただし、さらなる証拠は得られていないとされた。
孵化場や繁殖鶏群	感染経路であることを裏付ける質の高い証拠は不足している。
環境からの水平伝播	環境源からの水平伝播が一次生産の鶏群への拡散の最も重要な原因である。
未熟な職員	未熟な職員によるブロイラーの鶏舎の消毒がカンピロバクターの定着の危険因子である。 一方、別の研究では、カンピロバクターの汚染状況には影響がないとされた。
金銭的インセンティブ	英国の研究では、農家への金銭的インセンティブにより、農家はカンピロバクター汚染レベルが低い鶏をより多く生産するとされた。
アンケート調査	米国を拠点とするブロイラー業界の利害関係者に対するアンケート調査では、多くの調査参加者がカンピロバクター特有の危険因子を知らないという結論であった。(2020年の論文)
ワクチン	効果的なカンピロバクターワクチンの開発に取り組んだが、現在、ブロイラーの生産に使用することが承認されているワクチンはない。
バクテリオファージ	バクテリオファージは、標的細菌に特異的に感染し、宿主細菌細胞を殺すウイルスで、カンピロバクターを制御する可能性についても研究されている。カンピロバクターに特異的なバクテリオファージ（ファージ）の研究は比較的限られており、公表されているデータはほとんどない。
飼料への中鎖脂肪酸（カプ	飼料への中鎖脂肪酸の補給は、商業用ブロイラー群

リル酸) の補給	におけるカンピロバクターの保有菌数を減らす有望な手段である。
飲料水への中鎖脂肪酸 (カプリル酸) の補給	カンピロバクターの排出は減少しなかった。
飲料水処理	飲料水の処理がカンピロバクターの排出と伝播を制御することに対する利点は有意に証明されておらず、さらなる調査が必要とされた。
鉄チロシン (第二鉄キレートチロシン (ferric tyrosine chelate))	飼料に 0.02、0.05、0.20 g/kg で添加された鉄チロシン (訳注: 第二鉄キレートチロシン (ferric tyrosine chelate)) は、42 日で盲腸内のカンピロバクターを最大 3 log まで菌数を減少させることができた (Currie et al., 2018)。ただし、他の研究では、2 log 程度の減少として示されていた (Khattak et al., 2018)。
プロバイオティクス 植物ベースの飼料中添加物	プロバイオティクス及び植物由来の飼料添加物は、試験研究段階では、カンピロバクター菌数の減少が限定的で一貫性がない。
一般衛生管理 (GHP) 危害分析重要管理点 (HACCP)	加工施設で GHP を実施して遵守し、危害分析重要管理点 (HACCP) の原則に従うことは、清潔さを維持し、カンピロバクターの存在とレベルを管理し、鶏肉加工中の汚染を最小限に抑える体系的な方法。
衛生管理の有効性	加工施設における良好な衛生管理は、鶏群の消化管及び鳥体内のカンピロバクターの汚染状況と濃度に部分的に依存するとされた。ブロイラーの外部及び腸内容物内のカンピロバクター汚染濃度が上昇すると、良好な衛生管理システムに大きな負担がかかるとされた。 病原細菌に感染した、生きた鶏群は、食鳥処理後にカンピロバクター陽性のと体となる確率が約 30 倍に増加することが明らかになった (EFSA, 2010)。鶏の汚染濃度が高ければ、食鳥処理及び加工処理中に適切な衛生習慣を実践するだけでは、汚染低減効果は限定的となる。
複数の介入の組み合わせ (マルチハードルアプローチ)	物理的及び/又は化学的介入を含む加工効果の組み合わせを採用することで、カンピロバクター制御対策の効果を高めることができるとされた。

	<ul style="list-style-type: none"> ・と体の熱湯処理や冷却などの加工手順 ・冷却水に塩素などの除染剤を加える ・クラスト凍結と論理的な食鳥処理の組み合わせ ・リスク評価において 2 つ以上の化学的及び/又は物理的介入を組み合わせた場合の累積効果を評価し、マルチハードルアプローチによって鶏肉製品のカンピロバクター汚染の制御を促進できる。 ・鶏もも肉の超音波処理は、化学処理助剤と組み合わせた場合、化学処理のみを使用した場合 (Koolman ら、2014a、2014b)、又は共振超音波照射技術、高圧パルスジェット照射技術と組み合わせた場合 (Vetchapitak ら、2020) と比較して、より効果的であるとされた。
ロジスティック屠殺	<p>汚染された機器 (処理ラインなど) へのばく露を通じて鶏群間のカンピロバクターの交差汚染を減らすことができる。</p> <p>ノルウェー、アイスランド、デンマークは、国のカンピロバクター管理プログラムで論理的食鳥処理を完全に実施しているが、論理的食鳥処理がヒトのカンピロバクター感染リスクの低減に与える影響は、十分に評価されていない。</p>
定性的および定量的目標インセンティブ	加工工場でカンピロバクターの定性的および定量的目標を設定すると、工程管理を最適化することができる。
定量的制限 (例: 新鮮な肉 1 グラムあたりのカンピロバクターコロニー)	定量的制限 (例: 新鮮な肉 1 グラムあたりのカンピロバクターコロニー) を設定すると、高度に汚染されたと体の発生を減らすインセンティブになる。
定量的規制制限	ニュージーランドでは、加工鶏肉のカンピロバクター汚染レベルを減らすために、冷蔵の鶏と体に定量的な規制値を設定することが導入。
湯通し	鶏のと体におけるカンピロバクター汚染の減少は、湯通し段階での高温下での物理的除去と細胞不活化処理によって実現可能。最近のシステマティックレビューとメタアナリシスによると、高温での湯通しでは一貫して菌数減少 (平均: 1.85 log CFU、95% CI [1.60, 2.09]) がみられた。

低温でのソフト湯通し	低温でのソフト湯通しでは菌数の減少割合が低くなる。
熱湯処理と塩化物などの化学添加物の使用という多段階のアプローチ	汚染菌数と汚染率の両方が大幅に減少
羽毛の除去と内臓の除去	加工中の羽毛の除去と内臓の除去の工程は、と体のカンピロバクター汚染状況と汚染菌数の増加と関連しており、ブロイラー加工においてその後の製品のカンピロバクター汚染に関する重要なポイントとなるが、個々の研究間でばらつきが見られた。このばらつきは、初期の汚染レベルの違いと、加工施設間の手順の違いに関連している可能性があると考えられた。
総排泄腔への有機酸注入や総排泄腔の塞栓	有望なアプローチであるが、産業界にとってより広範囲での適用の実現可能性は不明。
冷却	と体を冷却するための加工助剤の使用に関係なく、カンピロバクター汚染菌数の減少が一貫して観察された。(0.70~4.12 log CFU)
化学添加物なしの浸漬冷却	1.25 log CFU (95% CI [0.96, 1.55]) 減少
化学添加物を加えた場合	化学添加物である塩化物を加えた場合の平均は 1.95 log CFU (95% CI [1.46, 2.45]) であり、塩素の添加により冷却後のと体におけるカンピロバクターの汚染菌数をより効果的に制御できる可能性がある。冷却水に塩素を添加すると、浸漬冷却プロセス中に、と体間でのカンピロバクターの汚染を制御できるとされた。
化学添加物なしの浸漬冷却	化学添加物なしの浸漬冷却では、汚染率の増加が観察されたとの報告がある。汚染率の増加は、と体を汚染された冷却水に浸すことによる交差汚染の影響によって説明できる可能性があると考えられた。
エアチラー	試験研究規模又は加工規模での試験的にカンピロバクターに汚染させた場合、又は自然発生的な汚染を評価する研究に基づいて、エアチラーの効果の有意性に関する報告はない。
冷凍	鶏皮を冷凍すると、処理した皮の色への影響を最小限に抑えながら、カンピロバクターを最大 1.5 log CFU 減らすことができることが示された

	(Haughton et al., 2012)。
放射線照射	効果的であることが示されているが、病原体制御の主な方法としては推奨されていない。
蒸気、超音波、高強度光パルス、可視光、UV-C	実験室規模または試験研究規模では有望であることが示されているが、商業規模での影響は不明。
鶏肉加工で化学加工助剤の使用 塩素、塩素誘導体（二酸化塩素、酸性亜塩素酸ナトリウム等）、過酢酸（PAA）、有機酸（乳酸（LA）等）、第四級アンモニウム化合物（塩化セチルピリジニウム（CPC）等）が一般的な例	散布や浸漬に使用する水に添加 有効性にばらつきがあることが実証されており、初期の汚染、鶏やと体の有機物の量、化学薬品の適用条件などの要因がカンピロバクターの削減レベルにばらつきをもたらすことが報告。 塩素は、PAA と比較して、冷却前、冷却、又は冷却後の浸漬又は噴霧適用段階で、カンピロバクターを含む、と体の除染のための介入措置としては、効果が低い可能性がある。
過酢酸（PAA）	乳酸などの有機酸は、職業上の（取扱いに係る）懸念が少ないため、冷却後の処理中に検討される化学的制御オプションです。過酢酸と乳酸は、浸漬試験でカンピロバクター汚染の同等の削減レベルを示していますが、噴霧適用の比較は決定的なものではない。PAA の有効性は、特定の製品タイプと処理条件に応じて、CPC と同等かそれ以上であった。
マリネ	胸肉、切り身、手羽等の鶏肉の切り身をマリネすると、カンピロバクター汚染が 0.5 log CFU から 3 log CFU 減少し（Park, Hong, Yoon, 2014, Birk ら、2010, Zakarienė ら、2015, Isohanni ら、2010）、最大 6 log CFU の減少が報告されている研究もある。
冷凍	実験室ベースの研究では、鶏肉を -20°C で 1 週間冷凍すると、肉のカンピロバクター数が 1.73 log CFU/g と大幅に減少する。 冷凍はカンピロバクターを減らすための効果的な管理手段とされたが、この手段でレベルがゼロになるわけではないとしている。
交差汚染の認識	生の鶏肉を扱った後は調理に使用したカトラリー（訳注：刃物の総称）やまな板を交換し、汚染された鶏肉を扱った後は他の食材に手を触れないようにすることで交差汚染を防ぐことで、他の食品へのカン

	ピロバクター汚染を大幅に減らすことになる。
熱湯と洗剤で洗う	まな板やカトラリーを熱湯と洗剤で洗うと、冷水で洗うよりもカンピロバクター汚染を減らす効果
消費者教育	大規模な調査により、消費者に対する国際的な勧告は難しいことが示された。特に、家庭での安全な調理条件を確認するための簡単な「経験則」ガイドラインやツールが不足しているという点において、困難であるとされた。
ウェブベースの情報介入	「嫌悪 disgust」という感情によってサポートされる介入は、情報介入として最も有望な選択とされたが、この介入だけでは感染リスクに影響はないとされた。食事の準備に関する指示等と組み合わせることにより、リスクが減少するとされている。
業務用厨房における管理対策	洗浄、衛生習慣が不十分だと汚染は減少しない。衛生状態が悪いと鶏肉料理の調理中に交差汚染やカンピロバクターの伝播が発生する可能性が高くなる。傷をつけたポリプロピレン製及び木製のまな板の表面に中性電解水 (NEW)、第四級アンモニウム (QUAT)、及び乳酸ベースの溶液を使用すると、 <i>C. jejuni</i> の汚染レベルが減少した。これらの薬剤は、塗布後 1 分以内にまな板上で 3log の菌数の減少を引き起こし、塗布後 5 分以内に 5 log を超える菌数の減少を引き起こすことがわかりました。ポリプロピレン製まな板と比較して、木製のまな板での減少率は低かったとされる。
加熱	70°Cで調理すると、30 分以内にカンピロバクター菌数が 1.5 log 以上減少することが示された (Vaz et al., 2021) が、菌数の減少後も菌は生残しているのは、中心温度の条件が重要であることが示された。調理済み製品中のカンピロバクター菌数を減らすには、中心温度を 74°C 以上にして加熱する必要があるとされた。
加工後のマリネ	調理の際にマリネ液を使用することでカンピロバクター菌数を 1 ~ 2 log 減少できることが示唆されたが、このような菌数の減少は、マリネに使用される成

	分（酒石酸、オレガノ、チモール、エッセンシャルオイルなど）の濃度と種類に依存する。ある研究では、マリネに含まれるタイムオイル抽出物の効果により、カンピロバクターの殺菌効果が強化され、マリネ液中で 4 °C で 168 時間保存した鶏の手羽先では、1 log を超える菌数の減少が確認された。
酒石酸溶液（2、4、6、10 パーセント）を塗布	鶏肉に酒石酸溶液（2、4、6、10 パーセント）を塗布すると、4°C で 3 日間保存した後、カンピロバクター菌数が 0.5～2log 減少することが示された。ただし、この研究は <i>in vitro</i> で行われ、14 の菌株間で有意な変動が観察された。
カルバクロールとシナマルデヒドを含むリンゴベースの食用フィルム	試験したすべての菌株に対して用量及び温度依存的な殺菌活性が認められた。