

令和2年度厚生労働科学研究（食品の安全確保推進研究事業）
「畜産食品の生物学的ハザードとそのリスクを低減するための研究」

分担研究課題

「畜産食品の加工工程におけるリスク低減手法とその効果に関する研究」

分担研究者 岡田 由美子 国立医薬品食品衛生研究所食品衛生管理部
研究協力者 百瀬 愛佳 国立医薬品食品衛生研究所食品衛生管理部
研究協力者 野田 衛 国立医薬品食品衛生研究所食品衛生管理部

研究要旨 近年我が国で最も事件数及び患者数の多い細菌性食中毒はカンピロバクターによるものであり、その原因食品として加熱不十分あるいは、生の鶏肉が挙げられている。また、鶏肉（内臓肉を含む）にはサルモネラ属菌による汚染も知られており、鶏肉による食中毒を防止するため、鶏肉を汚染する食中毒菌の低減手法を確立することが強く求められている。本研究では、非加熱殺菌法のひとつである高压殺菌法を用いて、焼き鳥用のモモ串中の細菌の低減及び高压処理後の検体の加熱調理による肉質変化について検討した。昨年度の本研究において、肉質変化が強くなかった最大圧力である 300 MPa10 分間の高压処理後に加熱調理を行ったところ、10 分及び 7 分の加熱調理時間では、高压処理の有無にかかわらず生菌数、腸内細菌科菌群数ともに検出限界未満となった。一方、加熱調理時間を 5 分間に短縮した場合、加熱調理のみでは生菌数は 3.5 log 程度の低減にとどまったが、高压処理後に加熱調理した場合は検出限界未満まで 6.5log の低減を示していた。高压処理後に加熱調理した鶏モモ串の硬さ及び色調の変化については、高压処理の有無による大きな差は見られず、加熱調理に用いる原料の菌数低減処理として、高压処理が有用であることが示された。

A. 研究目的

現在我が国の細菌性食中毒事件数の中で、カンピロバクターによるものが最も多くなっており、原因食品が判明した事例では、鶏肉が多く挙げられている。市販鶏肉におけるカンピロバクターの汚染率は平成 26 年の調査で、モモ肉において 42%、ムネ肉において 40%と高率であり、カンピロバクター食中毒の発生を減らすには、本菌による鶏肉の汚染低減が重要である。しかしながら、本菌は鶏肉及び内臓肉の表面のみならず内部にも存在していることがあり、食鳥処理における衛生管理の向上のみでは、汚染低減は困難と思われる。本来カンピロ

バクターをはじめとする多くの食中毒原因菌は、加熱により死滅するものであるが、加熱不十分な場合は食品中に菌が残存することがある。実際に、カンピロバクター食中毒の多くは加熱不十分な鶏肉の喫食との関連性が見られており、なかでも焼き鳥等は加熱不十分な状態での提供が起こりやすい。

本研究では今年度鶏肉の喫食による食中毒発生を減少させるために、焼き鳥を用いた高压処理による調理前処理の検討を行い、高压処理後の加熱調理による肉質変化と細菌低減効果を調べたので、報告する。

B. 研究方法

1. 検体

高圧処理の細菌低減実験に用いる焼き鳥モモ串は、神奈川県内の鶏肉専門店で購入し、冷蔵状態で運搬し、実験に供した。検体は個別に高圧処理用袋に入れて密封したのち、水と共に外袋に密封して二重包装とした。検体数は、高圧処理、加熱調理共に行わない条件で 2 検体、その他の条件では 5 検体を用いた。

2. 高圧処理

二重包装済みの検体を Dr. CHEF（神戸製鋼所）を用いて、300 MPa、10 分間の高圧処理を行った。処理温度は、設定圧力到達時の温度が約 25 °C となるように設定した。

3. 加熱調理

加熱調理には、Cook Evario（ホシザキ）を用いた。余熱を行い、200°C に達したところで検体をオーブンに入れ、10 分、7 分及び 5 分の加熱調理終了後にただちにオーブンから出して、室温まで放冷後、検体を菌数測定及び肉質変化の測定に用いた。

4. 菌数測定

検体 10 g に 90 mL の滅菌緩衝ペプトン水（BPW、メルク）を加えてストマッカー処理を行い、10 倍乳剤を作成した。また、必要に応じてリン酸緩衝液（スリーエムジャパン）を用いて 10 倍階段希釈液を作成した。一般細菌数の測定は、TEMPO®AC（ビオメリュージャパン）を用い、35 °C で 24 時間培養後に菌数測定を行った。腸内細菌科菌群の測定には TEMPO®EB（ビオメリュージャパン）を用い、35 °C で 20 時間培養後に菌数測定を行った。カンピロバクターの定量試験は、TEMPO®CAM（ビオメリ

ュージャパン）を用い、42 °C で 48 時間微好気培養後に菌数測定を行った。サルモネラ属菌の定性試験は、10 倍乳剤を 37°C で 20 時間培養後、3M™ 病原菌自動検出システム MDS100JPS（MDS、スリーエムジャパン）を用いて行った。カンピロバクターの定性試験は、検体 10g を CE250 培地に懸濁し、42°C 24 時間微好気培養後に MDS を用いて行った。

5. 色調及び硬度

未処理及び高圧処理を行った検体について、色差計（コニカミノルタ）を用いて色調を、レオメーター TP-10（ヤマデン）を用いて硬度を計測した。

C. 結果

1. 高圧処理後の加熱調理が焼き鳥の肉質変化に及ぼす影響

300 MPa の圧力で 10 分間処理した焼き鳥モモ串について、色調と硬度の変化を測定した（図 1）。その結果、色調の明るさの指標である L 値は、高圧処理後に 10 分間の加熱調理をした場合 21~49.7、高圧処理を行わずに 10 分間の加熱調理をした場合 23.9~44.8 であり、差は見られなかった。赤みの指標である a 値は、高圧処理後に 10 分間の加熱調理をした場合 0.7~2、高圧処理を行わずに 10 分間の加熱調理をした場合 0.9~3.3 であり、高圧処理を行う方がやや低くなる傾向が見られた。黄色みの指標である b 値は、高圧処理後に 10 分間の加熱調理をした場合 2.4~9.7、高圧処理を行わずに 10 分間の加熱調理をした場合 5.9~12.9 であり、高圧処理を行う方がやや低くなる傾向が見られた。一方、高圧処理後に

7分間の加熱調理をした場合 L 値は 34.4～46.4、a 値は 2～5.2、b 値は 7.8～14.6 となり、高圧処理を行わずに 7 分間の加熱調理をした場合の L 値 22.4～40.6、a 値 1～3.9 及び b 値 6.4～10.5 と比較していずれもやや増加する傾向が見られた(図 2)。また、高圧処理後に 5 分間の加熱調理をした場合 L 値は 26.1～47.2 となり、高圧処理を行わずに 5 分間の加熱調理をした場合の L 値 13.1～57.5 よりもやや低くなる傾向が見られた。高圧処理後に 5 分間の加熱調理をした場合の a 値は 1.7～4.9 となり、高圧処理を行わずに 5 分間の加熱調理をした場合の a 値 0.7～4.6 と差は見られなかった。高圧処理後に 5 分間の加熱調理をした場合の b 値は 6.4～15.2 となり、高圧処理を行わずに 5 分間の加熱調理をした場合の b 値 2.7～12.5 と比較してやや増加する傾向が見られた。一方、いずれの検体も肉眼的には高圧処理の有無による加熱調理後の色調変化は強く感じられず、高圧処理による色調変化の影響は大きくなかった。

硬度の指標である最大破断点 (N 値) は 10 分間の加熱調理によって、高圧処理を行った検体では 12.941～19.534 で、高圧処理を行わなかった検体の 8.22～19.46 と同程度であった(図 1)。7 分の加熱調理では、高圧処理を行った検体は 11.528～18.373 であり、高圧処理を行わなかった検体の 9.268～19.604 と同程度の硬度を示した。5 分間の加熱処理では、高圧処理を行った検体は 6.72～19.306 であり、高圧処理を行わなかった検体の 9.50～18.921 と比較して差は見られなかった(図 2)。

2. 高圧処理の焼き鳥に対する細菌の低減効果

焼き鳥モモ串を自然汚染している細菌に対する、高圧処理の菌数低減効果を調べた(図 3 及び 4)。加熱調理時間が 10 分及び 7 分の場合、高圧処理の有無にかかわらず全検体の生菌数及び腸内細菌科菌群数が検出限界未満となった。加熱調理時間が 5 分の場合、高圧処理を行わなかった検体では未加熱検体の生菌数 $6.51 \log_{10} \text{CFU/g}$ から加熱調理後に $2.82 \log_{10} \text{CFU/g}$ に低減した。一方、高圧処理を行った検体では全て検出限界未満となった。腸内細菌科菌群については、5 分の加熱調理により高圧処理の有無にかかわらず検出限界未満となった。今回用いた検体は、全てサルモネラ属菌及びカンピロバクターが陰性であり、高圧処理後の加熱調理の効果は判定できなかった。

D. 考察

牛肝臓の生食が禁止されて以来、国内のカンピロバクター食中毒の判明している原因食品の多くは鶏肉に関連している。中でも、焼き鳥は加熱調理時に中心まで十分な加熱がなされない事例も起こりやすい食品と言える。今年度の本研究では焼き鳥モモ串を用い、300 MPa で 10 分間の高圧処理後に 200°C の加熱調理を行い、菌数低減効果について調査したところ、10 分間及び 7 分間の加熱調理では高圧処理の有無にかかわらず加熱調理後に生菌数が検出限界未満となった。一方、加熱調理時間を加熱不十分な状態である 5 分間に短縮したところ、高圧処理を行っていない検体では生菌数が約 $3 \log_{10} \text{CFU/g}$ であったのに対し、高圧処理を行ったものでは検出限界未満となり、加熱調理前に高圧処理を行うことにより、

加熱が不十分な食品の細菌数を低減しうることが示された。また、高圧処理後に加熱調理した焼き鳥モモ串の硬さ、色調が高圧処理を行っていないものと大きな差が見られなかったことから、先行研究における生食を想定した牛レバーを用いた検討とは異なり、品質の変化が問題となりにくく、焼き鳥の前処理として有効性が高いと思われた。今年度の検討では、未処理の検体においてもサルモネラ属菌とカンピロバクターが検出されなかったことから、今後これらの食中毒菌の陽性検体を用いて、生菌数及び腸内細菌科菌群への低減効果と併せて検討を重ねる予定である。また、食中毒菌の保有率がモモ肉以上に高い可能性のある鶏レバーの焼き鳥について、同様の検討を行い、牛レバーにおいて観察された高圧処理とその後の加温による肉色の白化、肉質の硬化等の変化が起こりうるか否かと、その程度を調べると共に、胆管を通じた内部汚染が起こりうる焼き鳥レバー串において加熱が不十分である場合の高圧処理の有効性の検討を行う予定である。それらの検討の結果の活用により、加熱調理前に高圧処理を行った鶏肉製品の利用が広く可能となれば、しばしば国内で見られている加熱不十分な鶏肉及び内臓肉による食中毒事例の発生減少に貢献しうると思われる。

E. 結論

高圧処理後の加熱調理が、焼き鳥検体の肉質変化に与える影響と、検体に存在する微生物の低減効果を検討したところ、消費上問題となるレベルの肉質変化は見られなかった。不十分な加熱条件のモデルとしての

200°C5分間の加熱調理において、高圧処理を行わなかった検体では加熱調理による生菌数低減が3logにとどまったのに対し、高圧処理を行った検体では6.5logの低減が可能であり、焼き鳥の調理前の高圧処理が加熱不十分な焼き鳥による食中毒発生を減らしうる可能性が示された。今後同条件での試験検体数を増やし、食中毒菌での効果を確認する予定である。

F. 健康危機情報

なし

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願、登録状況

なし

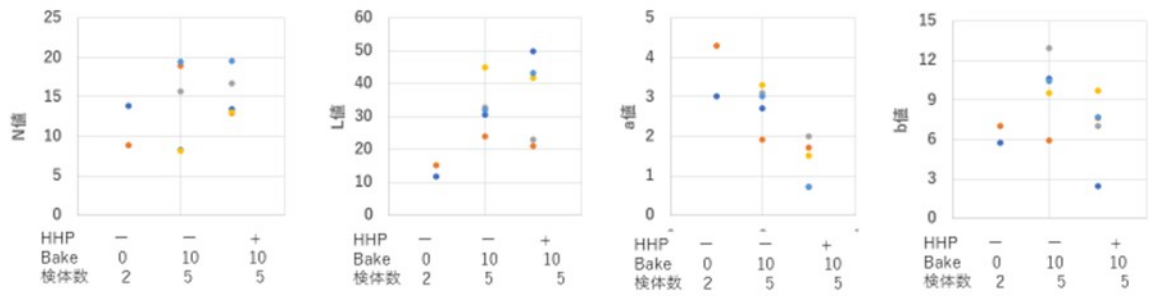


図 1. 高圧処理後の加熱調理（10分）による肉質変化

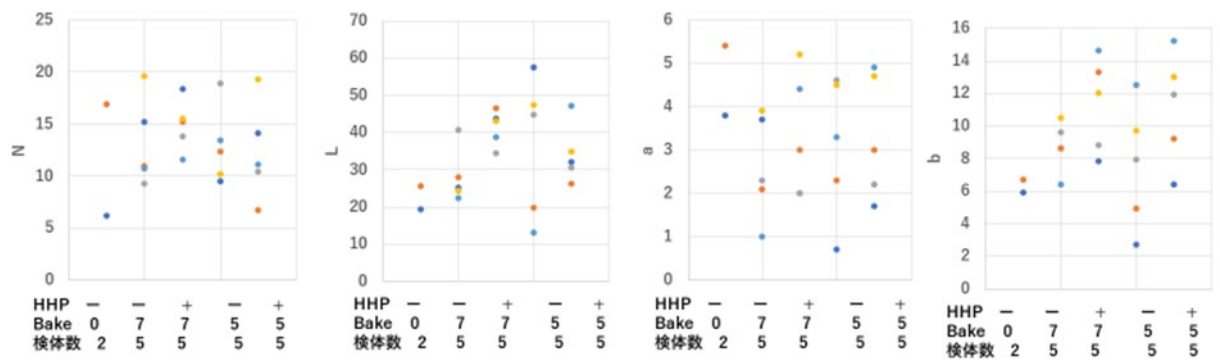


図 2. 高圧処理後の加熱調理（7及び5分）による肉質変化

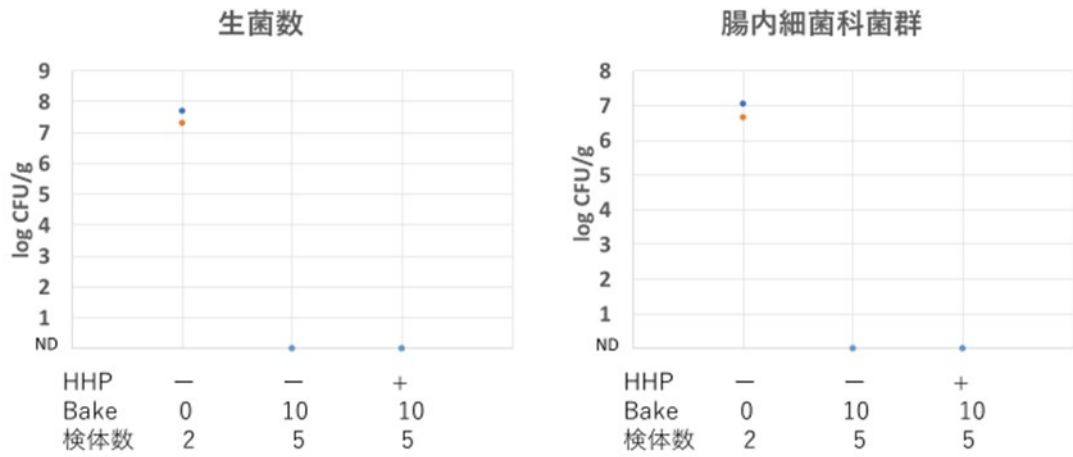


図3. 高圧処理後の加熱調理（10分）による菌数低減効果

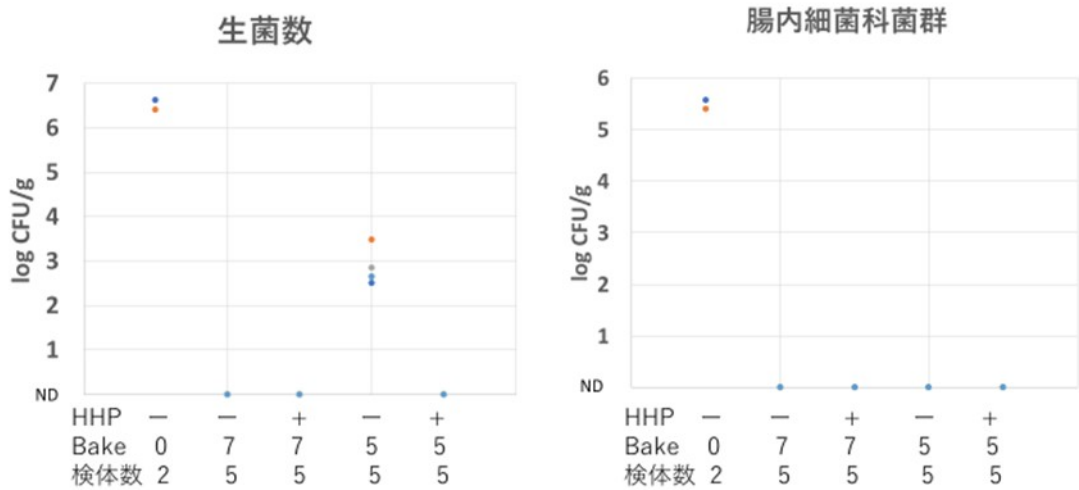


図4. 高圧処理後の加熱調理（7分及び5分）による菌数低減効果