

学 位 論 文 要 旨

ブロイラーの食鳥処理過程、特に放血時に発生する関節損傷防止に関する研究

Study of the procedure to prevent wing joint damage to broiler chickens during the bleeding stage of meat processing

長谷川 剛

TSUYOSHI HASEGAWA

平成 26 年度

2014

ブロイラーの関節の損傷は養鶏場における不適切な捕鳥、食鳥処理場での不適切なシャックリング等、人的要件に起因するものがあるが、特に、脱羽工程後に翼部の上腕骨頭が皮膚を突き破り露出している屠体を認めることがある（図 1）。屠殺放血処理における開放性脱臼をはじめとした肘関節損傷（以下、手羽折れ）は頸動脈切開し、放血中に惹起されるものと考えられる。業界では肘関節部にみられる開放性脱臼などの損傷を手羽折れと総称しているが、手羽折れは品質や商品の格付けに影響をもたらし、重大な経済損失の原因となっている。ブロイラーの手羽折れの発生要因解明と発生防止を目的として、以下の研究をおこなった。第 2 章において、食鳥処理方法と屠体の関節損傷の発生の関係とその対策を検討するために放血開始から心停止までの心機能変化について調べた。第 3 章ではニワトリの屠殺方法における炭酸ガス麻酔とペントバルビタール麻酔の比較をおこなった。第 4 章では心電図上に認められた呼吸性の基線動揺と手羽折れの原因と考えられる翼騒反応（Wing Flapping Reaction：以下、WFR）の関係を調べ、第 5 章ではブロイラー屠殺放血前における不動化のための CO₂ 濃度を検討し、手羽折れと心臓機能の低下または呼吸停止との関係を探索した。第 6 章では手羽折れによる処理場の経済的影響と手羽折れの原因である強い翼騒反応が肉質に与える影響を ATP 関連化合物と、WFR の発生防止対策として放血中の弱電圧通電の効果について検討した。

放血中におけるブロイラー反応の心電図学的検討（第 2 章）

ブロイラーを用い放血開始から心停止するまでの心機能変化と生体反応について心電図学的に検討した（図 2）。放血中の心拍

数は放血開始後 170～250 秒を境に減少し、その後 P 波消失、期外収縮が出現し、QRS 波形の消失による心停止時間は 597.8 ± 96.4 秒であった(図 3)(図 4)。また、放血中の WFR は放血開始 30 秒～200 秒の間に発生したことから、手羽折れは処理工程の放血エリアで発生すると示唆された。

ニワトリの屠殺方法における CO₂ 麻酔とペントバルビタール麻酔の比較 (第 3 章)

心停止時間は麻酔薬屠殺法においては概ね 600 秒であったが、ガス麻酔屠殺法では 250 秒であり、CO₂ の暴露時間が長い場合は、短縮する傾向が見られた。P 波消失時間も心筋活動と同様にガス麻酔屠殺法で短縮する傾向が認められた(図 5)。心停止前に見られた期外収縮は麻酔薬屠殺法において血液の喪失による心機能変化と思われたが(図 6)、ガス麻酔屠殺法では CO₂ による呼吸停止に伴うものと考えられた。放血血液量に麻酔屠殺群と CO₂ 麻酔屠殺群に差は認められなかった。

心電図に認められた基線の動揺による呼吸の確認 (第 4 章)

手羽折れの原因が血液消失または呼吸停止によるものかを知るために、放血中の呼吸を心電図呼吸性アーチファクト(図 7)より確認することを試みた。ブロイラーの呼吸は胸骨および胸骨接合肋骨の動きを視診、触診で測定することは可能であるが、呼吸の抑制や停止を確認することは難しい。心電図の基線の動揺と呼吸数が一致していた、すなわち、心音・肺呼吸音の時間一周波数分布図であるスペクトログラム(図 8)から呼吸数を測定し、標準肢誘導法 I・II・III 誘導で記録した心電図に現れた呼吸性アーチファクトと呼吸の関連を検討し、一致していることを確認し

た(図9)。このことから、心電図の基線の動揺は呼吸によるものであり、心電図測定によつての確認が可能と考えられた。

食鳥処理における呼吸停止と翼騒反応の関係(第5章)

手羽折れの防止は、食鳥処理過程における適切な不動化が重要と考えられた。そこで、CO₂を利用し、ブロイラーの麻酔時点からと殺放血、心停止までの過程を臨床所見および心電図所見により評価し、その有用性を検討した。CO₂単独麻酔では30秒前後にWFRが認められ、CO₂と空気の混合ガス麻酔では認められなかったことからWFRは呼吸抑制・停止などによる生体反応であると考えられた(図10)。食鳥処理において、意識を消失させるためのスタンニングおよびWFRの発生防止には、低濃度のCO₂吸入が有効であると示唆された。

食鳥処理工程における手羽折れの発生要因と防止対策(第6章)

ブロイラーの関節損傷による食鳥処理施設における経済損失について、ブロイラーの標準的な生産性と生産コスト、ブロイラーの処理加工コストから関節損傷でおこる商品価値の低下による損失額を算出し、食鳥処理場の現状を①ブロイラー生産状況と地域特性、②食鳥処理場の処理加工設備と運営状況、③ブロイラーの処理加工コスト、④ブロイラー解体品の対生体歩留、⑤ブロイラーの手羽折れ屠体について検討した。雄雌の手羽折れ率を見ると雌は雄の2倍の発生率があり、大ビナ出荷を中心としたインテグレーション企業では、雌雄同居飼育および雌雄同時処理の形態であり、雌の処理羽数が増えることから、手羽折れの発生も多くなるものと考えられた。

食鳥処理工程におけるブロイラーの関節損傷と肉質への影響

について、鶏を処理する上で、手羽折れの発生要因と防止対策をスタニング電圧、ATP 関連物質から検討した。放血前後のスタニング無で処理した時に手羽折れの発生が 30% あったが、22V のアフタースタニングを実施すると 5.5% に減少した(図 11)(図 12)。手羽折れ屠体モモ肉と正常屠体モモ肉の ATP 関連物質を測定し、筋肉分解の程度を表す筋肉の Ka 値を算出した。アフタースタニング非通電区で $88.0 \pm 3.1\%$ 、通電区で $86.7 \pm 1.8\%$ 、出血斑屠体で $90.1 \pm 2.3\%$ 、手羽折れ屠体は $93.5 \pm 1.9\%$ であった(表 1)。手羽折れ屠体の大腿筋の Ka 値が最も高く、強い痙攣反応が Ka 値に強く影響していると確認され、ATP 関連物質測定による Ka 値は屠体損傷程度の指標になることが示唆された。以上により弱電圧のアフタースタニングは手羽折れ防止のみならず、屠体全体の肉質の低下抑制効果も認めた。

手羽折れの原因と考えられる WFR は、放血開始時に呼吸が確保されていた場合、血液の排出による呼吸停止を引き起し、また、放血前に高濃度の CO_2 の暴露を受けた場合、放血に関係なく呼吸は停止し、WFR は発生した。発生防止対策として、ブロイラーを屠殺する前に低濃度 CO_2 麻酔で不動化し、放血中に弱電圧アフタースタニングとして通電することにより、手羽折れ発生の減少が示された。以上の結果から、WFR による暴れを防止し経済的損失を低減させる方法として、ブロイラーを屠殺放血処理する場合、低濃度 CO_2 で不動化して放血し、放血中に弱電圧を通電する WFR の発生防止方法を提案した。本研究は、わが国においてまだ確立されていない WFR 防止と適正な不動化を連動させた屠殺方法であり、食鳥処理方法の適正な基準を示した研究である。

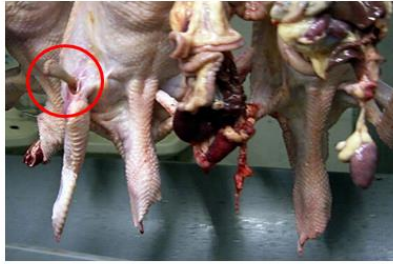


図 1 中抜き後に上腕骨が肘関節部の皮膚を突き破っている屠体
赤丸で囲んである部分が手羽折れ

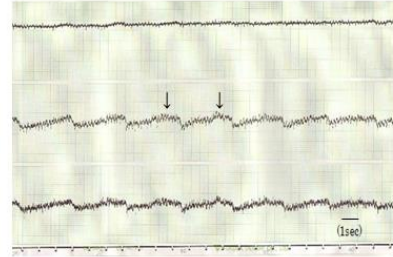


図 2 心電図上の呼吸性アーチファクト
基線上に描出された波打つアーチファクトを一回の呼吸とした。
電位、傾斜を測定した呼吸波とアーチファクト呼吸波が一致したことから心電図上の呼吸性
アーチファクトとした。心電図呼吸性アーチファクトから呼吸数を算出した。
最下段の目盛は 2 時間 (sec) である。

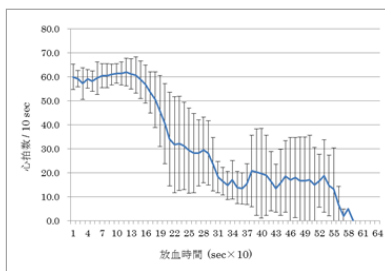


図 3 ブロイラーの放血中の心拍数の変化
日齢および体重が近似している4羽の放血開始後の心拍数の経時的変化。
(mean±SD, n=4)

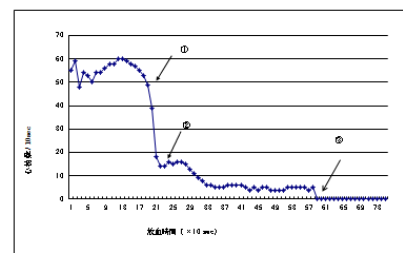


図 4 ブロイラーの放血中の心拍数の変化
供試 No.5 の連続心電図所見から心拍数の変化および特徴的波形発生時間をグラフに示した。
①: 屠ブロウ等の干渉波の出現。
②: 意識の消失。
③: 最終収縮後心臓の機能停止。

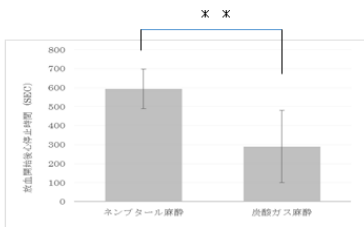


図 5 麻酔薬屠殺法とガス麻酔屠殺法での放血開始から心停止までの時間の比較

ネンブータル群 (n=8) 炭酸ガス群 (n=6) 平均値 ± 標準偏差
Student's *t*-test により有意差を認めた。 (* : $P < 0.01$)

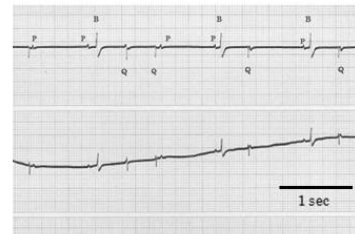


図 6 ブロイラーをネンブータルで麻酔した後、放血し、52秒後の心電図変化
P波 (P) とQRS波 (Q) が不規則に描出され、房室解離を示した。
心室性期外収縮 (B) が出現した。

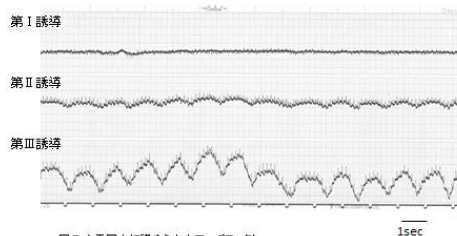


図 7 心電図上に認められたアーチファクト
3牽子心電計で描出された波形
上段は第 I 誘導、中段は第 II 誘導、下段は第 III 誘導
第 II 誘導、第 III 誘導での心電図における波状の基線動揺の描出が
顕著である。

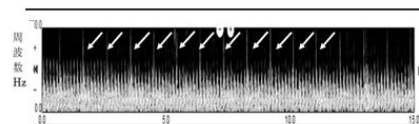


図 8 スペクトログラム表示 (2次元のカラープロットとして表示される
時間・周波数分布図) における心音・呼吸音の周波数による
心音・呼吸音の描出
上部に等間隔で描き出されている線が呼吸音 (ノイズ)

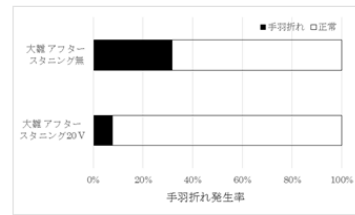
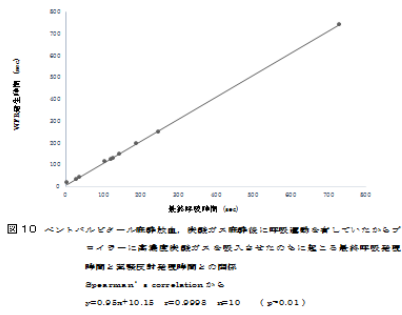


図 11 処理工程のアフタースタンピング処理による手羽折れの発生率 (%)

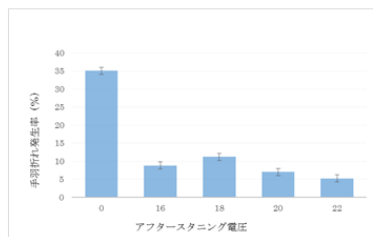


図 12 中観におけるアフタースタンピング電圧変化による手羽折れ発生率の変化
(mean \pm SD, n=5)