

論文審査の要旨および担当者

学位申請者	長谷川 剛（元福島県獣医師職）
学位論文題目	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
担当者	主査 北里大学教授 有原 圭三 副査 北里大学教授 汾陽 光盛 副査 北里大学准教授 東 善行 副査 秋田県立大学准教授 濱野 美夫

論文審査の要旨

日本でのブロイラーの食鳥処理過程における関節損傷（手羽折れ）の発生は、一般の処理場においては10数パーセントに及ぶと言われ、高い生産効率が求められる食鳥処理の生産現場では大きな経済的損失を招いている。このような状況を背景として、本研究は、ブロイラーの手羽折れの発生要因の解明と、それに基づく発生防止方法の確立を目的として行われた。以下、本研究の主要な成果をあげたうえで、審査結果に至った経緯を述べる。

（1）福島県の中規模食肉処理場での発生状況確認とその経済的損失の試算を行ない、関節損傷の多くが放血処置以降で生じていること、発生割合は雄鶏で11%、雌鶏で22%、部位別産出量の16%近くを占めること、一年間の損失として350万円に上ることを示し、本研究の背景と実施意義をより明確にした。

(2) 関節損傷の発生原因を突き止めるため、屠殺放血時の鶏の生理機能の変化を、ペントバルビタール麻酔下で心機能・循環器機能・臨床所見を中心として測定し、放血経過時間と心機能の特徴的变化を関連付けた。しかし、心機能の停止と翼騒反応の出現時間が異なり、関節損傷の原因として心停止は直接の原因ではないことも示した。そこで、第Ⅱ誘導により記録された心電図に胸筋の動きが原因と思われるアーチファクトが見られたため呼吸との関連を疑った。

(3) 胸筋の動きを抑制するための麻酔下での屠殺放血の可能性を探るために、食肉用動物への利用が唯一許可されている化学物質である炭酸ガスを用いた麻酔下での屠殺放血時における心機能を測定した。対照としたペントバルビタール麻酔では、放血後に心電図上に呼吸性と見られるアーチファクトが生じ、その消失直後に翼騒反応が見られた。しかし、炭酸ガス麻酔下では心停止までの時間がおよそ半分 (290 ± 190 秒) となり、心電図測定時には既に徐脈を呈しており、心電図上のアーチファクトも見られなかった。一方、食肉製品としての品質に影響する放血血液量はペントバルビタール麻酔と差はなく、また一般的な放血量(体重の $1/26$) を超えていたことから、放血に関する炭酸ガス麻酔の有効性が認められた。

(4) 肘関節損傷の直接的原因と考えられた翼騒反応の発生原因が放血にともなう血液損失か呼吸停止によるかを判断するために、心電図と同時に呼吸の測定を試みた。一般に鶏程度の体格を持った鳥類の呼吸は胸骨および胸骨接合肋骨の動きを視診あるいは触診することにより測定可

能であるが、呼吸の抑制や正確な停止を判断することはできない。そこで心電図測定時に認められた基線の動揺が呼吸に由来するか否かを判断するために、心電図とともに、心音・呼吸音を測定した。心音・呼吸音は時間一周波数分布図であるスペクトログラムを用い心音と呼吸音を分離し、心電図の基線動揺と比較した。ペントバルビタール麻酔下で観察された心電図の基線の振れ幅は無麻酔時に観察されたそれよりも大幅に小さく、これは麻酔による筋弛緩作用が働き、呼吸に伴う胸筋の体動が抑制されたことが原因と判断された。続いて、スペクトログラムに示された呼吸の発生時間と心電図第Ⅱ誘導の記録に示された基線の動揺に見られた周期が完全に一致したことから、心電図に含まれた基線の周期的な動揺から呼吸活動を知ることができるようになった。

(5) 呼吸を指標に、放血・翼騒反応・関節損傷の関係を明確にするため、炭酸ガス麻酔の濃度・方法から検討を行った。まず、麻酔に使用する炭酸ガス濃度と麻酔の深度・不動化の程度を検討するために、ペントバルビタール麻酔を対照として高濃度炭酸ガス麻酔と低濃度炭酸ガス麻酔の比較を行った。高濃度ガスを用いた場合、麻酔時に特徴的な各種臨床症状の出現は10～50秒であったが、低濃度ガス麻酔では60～210秒と6～7倍の時間を要した。また、翼騒動作は高濃度炭酸ガスでは 32.7 ± 11.9 秒で出現したが、低濃度炭酸ガスでは発現しなかった。このことから、高濃度炭酸ガス麻酔では急激に麻酔効果が進行するのに対し、低濃度炭酸ガス麻酔では、麻酔作用は十分であるが、完全な作用を有するためには時間が必要であること、ただし、呼吸停止が生じないことと翼騒反応が出現しないことから、麻酔状態と翼騒反応についてのさらなる検討が必要であるとした。そこで、低濃度炭酸ガス麻酔

により麻酔状態に達したニワトリの麻酔を、呼吸停止を引き起こすために高濃度炭酸ガス麻酔に切り替え、呼吸停止時間と翼騒反応出現時間を測定した。その結果、最終呼吸時間と翼騒反応発生時間の間には $y=0.95x+10.15$ ($r=0.9998$) の相関関係があり、最終呼吸停止 10 秒後には翼騒反応が生ずることが示された。これは同時に行ったペントバルビタールによる麻酔下での放血・呼吸停止・翼騒反応発生の時期と同様の進行を示していることから、翼騒反応は呼吸停止による血中酸素濃度低下に対する反応であると判断された。

(6) 屠殺時の低濃度炭酸ガスによる不動化が有効であることを示したが、なお最終的な放血時の酸素不足による翼騒反応の抑制方法は検討が必要であった。そこで低濃度炭酸ガスによる麻酔状態に引き続き失神処置（アフタースタニング）の方法を検討した。その結果、失神処置としては低電圧の通電による電撃法を用い、電圧に関しては鶏種・体格により適正な電圧が異なること、中雛の場合は 19 V, 大雛の場合は 22 V が適正であることが示された。また、翼騒反応の発生と電撃法によるアフタースタニングの肉質への影響を ATP 関連物質の生成率からみた Ka 値を用い検討した結果、アフタースタニング無しでは 88.0 ± 3.1 となり個体間のばらつきが大きく、22 V でのアフタースタニング有りでは 86.7 ± 1.8 となった。屠体に異常が見られた 2 処置、つまり 29 V でのアフタースタニングをおこない皮下に出血斑が認められた個体では 90.1 ± 2.3 となり、手羽折れが認められた個体では 93.5 ± 1.9 となり、上記の処理に比べ有意に高い Ka 値を示した。これらのことから、放血時のアフタースタニングの有効性が認められたこと、過度に高い電圧と翼騒反応は肉質を低下することが判明した。

以上、本研究では、日本の食鳥肉処理過程で生ずる肘関節損傷（手羽折れ）の発生機序の解明を目指し、この現象が①放血時に生ずること、②呼吸の停止にともない発生することを明らかにした。さらに、その防止対策として、③食肉処理を進めるための不動化には低濃度炭酸ガス麻酔が有効であること、④ただし、放血処理中に生ずる呼吸停止にともなう翼騒反応を防止するためにはアフタースタニングとして低電圧（中雛では19V）の通電が効果的であり、関節損傷の発生が低く抑えられることを明らかにした。併せて、翼騒反応と電撃法によるアフタースタニングの肉質に与える影響を評価し、⑤翼騒により肘関節損傷を生じた個体と過度に高い電圧を用いた固体の肉質が低下することを明らかにした。本研究は、日本の食鳥肉処理過程で生ずる肘関節損傷（手羽折れ）について、その経済的な損失に対する状況を示したうえで、関節損傷の原因を解明し、防止対策を開発した。なお、本論文における一連の研究成果は、すでに学術雑誌掲載論文として公表（2報）・受理（1報）されている。

審査員一同は、本論文が多くの優れた新知見を含み、当該学問領域の発展に寄与すると共に、ブロイラー産業へも多大な貢献をするものとの認識で一致した。さらに、著者は真摯な研究態度と豊かな人間性を備えており、博士（農学）の学位を授与するに相応しいと判断した。