

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：15301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2022～2023

課題番号：22K20616

研究課題名（和文）食鳥処理前の絶食によるタンパク質分解反応の個体差がブロイラーの肉質に及ぼす影響

研究課題名（英文）The effect of individual differences in skeletal muscle protein degradation induced by pre-slaughter fasting on the meat quality of broiler chickens

研究代表者

勝俣 沙智（Katsumata, Sachi）

岡山大学・環境生命自然科学学域・特任助教

研究者番号：60963824

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：絶食時間を4段階設けた事前試験を実施した結果、「生体内の骨格筋タンパク質分解レベル」と「熟成後の鶏肉中遊離グルタミン酸（Glu）含量」には相関があった。さらに、絶食時間を揃えて実験を行った結果、絶食ストレスに起因する骨格筋タンパク質分解レベルが高い個体群と低い個体群が存在し、と鳥前の絶食による骨格筋タンパク質分解反応には個体差があることを確認できた。同一絶食時間条件においても、「生体内の骨格筋タンパク質分解レベル」と「熟成後の鶏肉中Glu含量」には相関が認められたことから、と鳥前の絶食ストレスによる骨格筋タンパク質分解反応の個体差は鶏肉品質（特に鶏肉Glu含量）に影響を及ぼすことが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、絶食ストレスに起因するタンパク質分解反応の個体差の指標として、骨格筋の筋原線維タンパク質特異的な異化産物（N-メチルヒスチジン）に着目し実験を行った。これまで、骨格筋の異化産物をストレス指標として用いた研究はないが、骨格筋の異化産物は絶食ストレスに対する感受性の違いを検出できる。N-メチルヒスチジンの濃度変化は、暑熱などの他のストレスを感受した際にも顕れるため、他のストレスに対する新たな非侵襲的評価法として応用が可能となり、動物福祉に貢献できると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we conducted a pre-experiment with four fasting time levels in broiler chickens. There was a correlation between “skeletal muscle proteolysis level” and “free glutamic acid content in chicken meat after 48 hours of aging”. The second experiment was conducted with aligned fasting times. The results showed that there were individual differences in skeletal muscle proteolysis levels resulting from pre-slaughter fasting. Even under the same fasting time conditions, there was also a correlation between “skeletal muscle proteolysis level” and “free glutamic acid content in the aged chicken meat”, indicating that individual differences in skeletal muscle proteolysis induced by pre-slaughter fasting affect the meat quality.

研究分野：動物生産科学

キーワード：N-メチルヒスチジン 絶食 骨格筋タンパク質分解 鶏肉品質 ブロイラー

## 1. 研究開始当初の背景

わが国の畜産現場では「飼育環境に対する代謝反応の個体差」により発育や畜産物の品質にばらつきが生じる。特に、肉用鶏（ブロイラー）は日齢を目安として群単位で出荷し個体差は考慮されないため、食鳥処理（と鳥）時に約 60 万羽/年が肉眼所見による筋肉変性（肉色や筋繊維の異常）<sup>1</sup>と診断され、食用とならず廃棄されている（2019 年度）。鶏肉品質の斉一化は長年の課題であるが、鶏肉品質のばらつきの原因として、筋肉変性の発生機序とその個体差が生じるメカニズムに着眼した研究はない。

食鳥処理場では、消化管内容物による汚染を防ぐ衛生管理のために、と鳥前にブロイラーを絶食させる。絶食処理は生体内のユビキチンプロテアソーム系（プロテアソーム）オートファジー系（カテプシン）、カルパイン系などのタンパク質分解経路（酵素）を介して骨格筋タンパク質分解反応を亢進させる<sup>2</sup>。また、と鳥後に ATP 依存性のプロテアソームは失活するが、ATP 非依存性のカテプシンやカルパインは、と鳥後も活性を維持し、熟成期間の鶏肉の硬さやうま味成分（遊離グルタミン酸）含量の増減（鶏肉品質）と関連する<sup>3</sup>。

ブロイラーにおける骨格筋タンパク質分解反応の個体差は、筋原線維タンパク質特異的な異化産物である血中 N<sup>ε</sup>-メチルヒスチジン<sup>4</sup>の絶食前後における濃度変化の大きさにより評価できるため、「生体内のタンパク質分解反応の個体差」と「と鳥後のタンパク質分解レベル（浅胸筋中遊離アミノ酸含量等）」は、独立して測定が可能である。これまで、そのどちらかに主眼を置いた研究は報告例があるが<sup>2,3</sup>、「生体内のタンパク質分解反応の個体差」が「と鳥後の熟成期間におけるタンパク質分解レベル」に継続して影響するのか、それらの関連性は明らかにされていない。

参考文献:<sup>1</sup> 鶏病研究会報, 53: 203-213., <sup>2</sup> Meat Sci, 93: 865-872., <sup>3</sup> Food Sci Technol Int Tokyo, 4: 241-249., <sup>4</sup> Br J Nutr, 54: 157-163.

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、と鳥前の絶食ストレスに起因するブロイラーの骨格筋タンパク質分解反応の個体差が鶏肉品質に及ぼす影響を解明することとした。

## 3. 研究の方法

### 【試験 1】

試験 1 では、ブロイラーを 28 日齢まで飼育し、と鳥前の絶食時間の違いがブロイラー生体における骨格筋タンパク質分解レベルと熟成後の鶏肉品質との関係に影響を及ぼすか調査した。0 日齢のブロイラー（Ross 308）24 羽に、動物性タンパク質を含まない半精製飼料と水を 27 日齢まで自由摂取させた。27 日齢時に 0 時間絶食（0H）、8 時間絶食（8H）、16 時間絶食（16H）、24 時間絶食（24H）の 4 区に配置し、28 日齢でと鳥した。血液は絶食処理前および、と鳥直前に翼下静脈から採取した。左浅胸筋の一部を直ちに液体窒素で保存し、右浅胸筋は 4℃で 48 時間保存した。骨格筋タンパク質分解レベルの指標である血漿中 N<sup>ε</sup>-メチルヒスチジン濃度と骨格筋遊離アミノ酸含量を HPLC 法により分析した。また、鶏肉スープを調整し、味認識装置により味覚特性を測定した。各個体における絶食前後の血漿中 N<sup>ε</sup>-メチルヒスチジンの濃度変化は、「絶食前の濃度」から「と鳥直前の濃度」を引いた値として算出した。

### 【試験 2】

ブロイラー 50 羽を 0 日齢で導入し、42 日齢まで飼育した。と鳥前日の採血後に絶食を開始し、と鳥直前に再び採血し、と鳥時に骨格筋（浅胸筋・深胸筋）を採取した。絶食時間は全個体 16 時間とした。その後、絶食前後の血中 N<sup>ε</sup>-メチルヒスチジン濃度差により「生体内のタンパク質分解反応の個体差」を調査した。と鳥後 48 時間熟成した骨格筋の肉質特性を評価した。と鳥時および 48 時間熟成後の浅胸筋における pH、保水性（ドリップロス）を調べ、食味特性は、HPLC 法によるうま味成分の分析（遊離アミノ酸含量）、味認識装置により調査した。また、熟成後の浅胸筋におけるタンパク質分解酵素の mRNA 発現量を調べた。

#### 4. 研究成果

##### 【試験 1】

血漿中  $N^{\epsilon}$ -メチルヒスチジンの濃度変化は、0H に比べて 8H、16H、24H で増加することが確認できた（右図:  $P < 0.05$ ）。48 時間熟成させた、浅胸筋中の遊離グルタミン酸（Glu）含量は絶食時間の長さに伴い増加し（右図:  $P < 0.05$ ）。絶食群（8、16、24H）の鶏肉スープのうま味値は、0H よりも高かった（ $P < 0.05$ ）。血漿中  $N^{\epsilon}$ -メチルヒスチジンの濃度変化は、浅胸筋中 Glu 含量（ $r = 0.57$ 、 $P < 0.05$ ）および、うま味（ $r = 0.66$ 、 $P < 0.05$ ）と相関した。

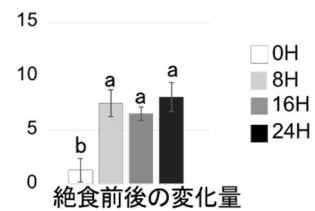
と鳥前の絶食処理時間の違いは、プロイラーにおける骨格筋タンパク質分解反応を促進させ、熟成後の浅胸筋中 Glu に影響を及ぼすことが示唆された。

##### 【試験 2】

42 日間飼育においても、絶食後に血漿中  $N^{\epsilon}$ -メチルヒスチジン濃度が上昇することが確認できた。また、同一絶食時間条件において、血漿中  $N^{\epsilon}$ -メチルヒスチジンの濃度変化（平均値  $\pm$  標準偏差:  $3.6 \pm 3.01$ ）および熟成後の浅胸筋中 Glu 含量（平均値  $\pm$  標準偏差:  $18.0 \pm 7.34$ ）には個体差があることが確認できた。さらに、血漿中  $N^{\epsilon}$ -メチルヒスチジンの濃度変化と熟成後の浅胸筋中 Glu 含量および Atrogin-1 の mRNA 発現量には相関があった（ $P < 0.05$ ）熟成後の浅胸筋中 Glu 含量とカテプシンの mRNA 発現量には相関があった（ $P < 0.05$ ）。

以上の事から、と鳥前の絶食ストレスに起因する骨格筋タンパク質分解反応の個体差と熟成後の浅胸筋中 Glu 含量には関係があることが示唆された。

1) 血中  $N^{\epsilon}$ -メチルヒスチジン濃度 (nmol/mL)



2) 浅胸筋中の遊離アミノ酸含量 (mg/100g)

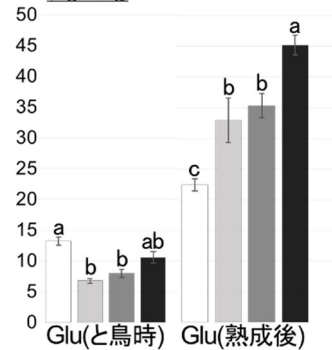


図. 試験1の結果 1)、2)

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1 . 著者名 Katsumata Sachi、Kamegawa Mizuki、Katafuchi Ayumi、Ohtsuka Akira、Ijiri Daichi	4 . 巻 103
2 . 論文標題 Effects of pre-slaughter fasting on antemortem skeletal muscle protein degradation levels and postmortem muscle free amino acid concentrations in broiler chickens	5 . 発行年 2024年
3 . 雑誌名 Poultry Science	6 . 最初と最後の頁 103307 ~ 103307
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.psj.2023.103307	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

1 . 発表者名 S. Katsumata, M. kamegawa, A. Katafuchi, A. Ohtsuka, D. Ijiri
2 . 発表標題 Effects of feed withdrawal times on antemortem muscle protein degradation levels and postmortem muscle free amino acid concentrations in broiler chickens
3 . 学会等名 68th International Congress of Meat Science and Technology（国際学会）
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 勝俣沙智, 亀川みずき, 片渕歩美, 大塚彰, 井尻大地
2 . 発表標題 と鳥前の絶食時間が肉用鶏における骨格筋タンパク質分解反応と熟成後の鶏肉品質との関係に及ぼす影響
3 . 学会等名 日本家禽学会 2023年度秋季大会
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 S. Katsumata, M. kamegawa, A. Katafuchi, A. Ohtsuka, D. Ijiri
2 . 発表標題 Pre-slaughter fasting changes the antemortem muscle proteolysis levels and postmortem meat quality
3 . 学会等名 74th Annual Meeting of European Federation of Animal Science（国際学会）
4 . 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------