

令和 4 年 9 月 4 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06357

研究課題名（和文）鶏ヒナへの飼料給与開始の遅れが肉質を低下させる作用機序の解明とその軽減方法の探索

研究課題名（英文）Effects of delaying post-hatch feeding on meat quality of broiler chickens

研究代表者

井尻 大地 (Ijiri, Daichi)

鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・准教授

研究者番号：50551090

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、肉用鶏における孵化後の飼料給与の開始の遅れが出荷時の鶏肉の品質（脂質過酸化物質）を低下させる作用機序の解明とその軽減方法の探索を目的とした。ブロイラー初生ヒナへの飼料給与開始の遅れが、骨格筋中のCu/Zn-SODおよびMn-SOD mRNAの発現量を低下させ、結果的に脂質過酸化を増加させることを明らかにした。続いて、ブロイラーの骨格筋において脂質過酸化物質の低減作用を持つ飼料資材（ニーム葉水抽出物、オロト酸、タンカン摘果果実）を検討した。加えて、孵化後の飼料給与開始を遅らせたヒナを暑熱環境下で飼育すると、脂質過酸化度に暑熱と飼料給与開始の遅れの交互作用が認められることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

鶏肉の品質を向上し、「強みのある畜産物」を生産・供給することを目的とした研究として、「呈味成分に優れた銘柄地鶏・銘柄鶏の作出」が我が国では勢力的に行われている。一方、家畜から生産される畜産物には、品質のばらつきが生じることが自明であるが、畜産物の品質のばらつきを生じさせる原因についての研究は十分とは言えない。

生後早期の栄養状態が畜産物の品質のばらつきを生じさせる原因となり得ること、ならびにその軽減方法を示した本研究の成果は、畜産物品質の均一性を高める飼養管理技術の基盤情報として利用されると期待できる。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to investigate effects of delaying post-hatch feeding on meat quality of broiler chickens. In this study, we found that the delaying post-hatch feeding reduces the mRNA levels of Cu/Zn-SOD and Mn-SOD, consequently affecting muscle lipid peroxidation in chicks during subsequent growth. The effects of supplementation with “dried neem leaves extract”, “orotic acid”, or “thinned Citrus tankan Hayata” on lipid peroxidation in broiler chickens were examined, respectively. Furthermore, we examined the effects of the delaying post-hatch feeding on heat tolerance of broiler chickens kept under 14 days of cyclic HT condition. There was a significant interaction on plasma lipid peroxidation levels between the delayed feeding and the cyclic HT.

研究分野：栄養化学、飼料化学

キーワード：食肉品質 脂質過酸化 酸化ストレス 暑熱環境 飼料資材

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

我が国における畜産をめぐる情勢は、国際環境の変化(経済連携交渉の進展や飼料原料価格の上昇など)および消費者ニーズの多様化(少子高齢化や健康志向の高まりなど)を受け、日々刻々と変化している。今後は、これまで以上に「品質」および「価格」の面で「強みのある畜産物」を安定的に供給することが求められている。近年では、畜産物の品質を向上させる方策として、畜産物の呈味成分や機能性成分の増強などの数多くの取組が試みられ、銘柄家畜・銘柄食肉が作出されている。

一方、家畜の生産現場では、個体の遺伝的能力や飼養環境により家畜の成長速度や乳肉卵などの生産能力に個体差が生じることは周知の事実であるが、畜産物の品質のばらつきについての研究は、十分に行われているとは言えない。

我が国では、鶏肉の消費量が増加傾向にあるが、その一方で肉用鶏のヒナを生産する孵化場の戸数は年々減少している。孵化場数が減少し、集約化が進むと、孵化場から生産農場までのヒナの輸送時間が増加する可能性が考えられる。一方、孵化直後のヒナは、腹腔内に残存した卵黄囊由来の栄養素を生命の維持に必要なエネルギーとして利用できるため、一般的に孵化場から生産農場での輸送期間中の飼料給与は必須とされていない。

近年では、早期の飼料摂取が重要視されており、孵化後のヒナに対する飼料給与の開始時期と成長速度との関連が明らかにされつつある。一方、孵化後の飼料給与の開始時期と「鶏肉の品質」との関連を科学的に検証した事例は少ない。鶏肉の品質低下の原因として、脂質過酸化物量の増加が広く知られているが、飼料給与の開始時期の違いが鶏肉中の脂質過酸化物量に及ぼす影響は調べられていない。

申請者らは、肉用鶏ヒナの孵化後の飼料給与の開始を実験的に 48 時間遅らせると、出荷日齢の骨格筋において抗酸化酵素の遺伝子発現が低下し、脂質過酸化物量の増加、ドリップロスの増加、ならびに味覚特性の変化(うま味の低下)が起こることを見出した。

### 2. 研究の目的

本研究では、肉用鶏における孵化後の飼料給与の開始の遅れ(一般的には、孵化場から生産農場での輸送期間の長期化)が出荷時の鶏肉の品質(脂質過酸化物量)を低下させる作用機序の解明とその軽減方法の探索を目的とした。

### 3. 研究の方法

(1)ブロイラー初生ヒナへの飼料給与開始の遅れが浅胸筋中の脂質過酸化および抗酸化酵素の mRNA 発現量に及ぼす影響

1 日齢ブロイラー(チャンキー系 ROSS308 オス)48 羽を対照区と遅延区の 2 区に分けた。対照区には 1 日齢から飼料給与を開始し、遅延区には 48 時間の絶食させた後に飼料給与を開始した。両区ともに 0、2、4、ならびに 13 日齢時で 6 羽ずつと鳥・解体した。

(2)ブロイラーの骨格筋において脂質過酸化物量の低減作用を持つ飼料資材の検討

(2-1) ニーム葉水抽出物(DWEN)の給与がブロイラー骨格筋の脂質過酸化度に与える影響

21 日齢のブロイラー(チャンキーROSS308 オス)24 羽を対照区、DWEN0.5%添加区、DWEN2.0%添加区の 3 区に分けた。21 日齢から 14 日間給与し、35 日齢時にと鳥・解体した。

(2-2) オロト酸の給与がブロイラー骨格筋の脂質過酸化度に与える影響

15 日齢のブロイラー(チャンキーROSS308 オス)16 羽を対照区およびオロト酸添加区の 2 区に分けた。15 日齢から 14 日間給与し、28 日齢時にと鳥・解体した。

(2-3) タンカン(*Citrus tankan Hayata*)の摘果果実の給与がブロイラー骨格筋の脂質過酸化度に与える影響

15 日齢のブロイラー(チャンキーROSS308 オス)30 羽を対照区、タンカン摘果果実 2.0%区、タンカン摘果果実 4.0%区の 3 区に分けた。15 日齢から 14 日間給与し、28 日齢時にと鳥・解体した。タンカン摘果果実は、通風乾燥後に粉末化したものを用いた。

(3)暑熱環境下で飼育したブロイラーの骨格筋において脂質過酸化物量の低減作用を持つ飼料資材の検討

(3-1) ニーム葉水抽出物(DWEN)の給与が暑熱環境下のブロイラー骨格筋の脂質過酸化度に与える影響

14 日齢のブロイラー(チャンキーROSS308 オス)24 羽を対照区および DWEN2.0%添加区の 2 区に分けた。各区の半数(6 羽)には 1 日あたり 8 時間の暑熱曝露(35±1°C)を行った。28 日齢

時にと鳥・解体した。

#### (3-2) オロト酸の給与が暑熱環境下のブロイラー骨格筋の脂質過酸化度に与える影響

14日齢のブロイラー(チャンキーROSS308 オス)24羽を対照区およびオロト酸添加区の2区に分けた。各区の半数(6羽)には1日あたり8時間の暑熱曝露(35±1°C)を行った。28日齢時にと鳥・解体した。

#### (4) 飼料給与開始の遅れが暑熱環境下での骨格筋の抗酸化酵素の遺伝子発現量および脂質過酸化物量に及ぼす影響

1日齢ブロイラー(チャンキー系 ROSS308 オス)24羽を対照区と遅延区の2区に分けた。対照区には1日齢から飼料給与を開始し、遅延区には48時間の絶食させた後に飼料給与を開始した。14日齢から各区の半数(6羽)には1日あたり8時間の暑熱曝露(35±1°C)を行った。28日齢時にと鳥・解体した。

### 4. 研究成果

#### (1) ブロイラー初生ヒナへの飼料給与開始の遅れが浅胸筋中の脂質過酸化および抗酸化酵素の mRNA 発現量に及ぼす影響

2、4ならびに13日齢時点において、孵化後の飼料給与の開始を実験的に48時間遅らせた遅延区の骨格筋の脂質過酸化レベルは対照区と比較して有意に高かった。一方、遅延区のCu/Zn-SODおよびMn-SOD mRNA発現量は対照区と比較して有意に低かった。これらの結果より、孵化後の飼料給与開始の遅れは、骨格筋中のCu/Zn-SODおよびMn-SOD mRNAの発現量を低下させ、結果的に脂質過酸化を増加させる可能性が示唆された。

#### (2) ブロイラーの骨格筋において脂質過酸化物量の低減作用を持つ飼料資材の検討 (2-1) ニーム葉水抽出物(DWEN)の給与がブロイラー骨格筋の脂質過酸化度に与える影響

14日間の試験期間中の増体量、飼料摂取量、飼料要求率、ならびに試験終了時の体重および組織重量にはDWEN添加の影響は認められなかった。一方、DWEN2.0%添加飼料の給与は、ブロイラー骨格筋中の脂質過酸化度およびドリップロスに有意に減少させた。さらに、DWEN2.0%添加飼料の給与は、Cu/Zn-SOD、Mn-SOD、GPX7、catalaseのmRNA発現量を有意に増加させた。

#### (2-2) オロト酸の給与がブロイラー骨格筋の脂質過酸化度に与える影響

14日間の試験期間中の増体量、試験終了時の体重および組織重量にはオロト酸添加の影響は認められなかった。有意差はなかったものの飼料摂取量が減少し、飼料要求率が改善した。また、オロト酸添加飼料の給与は、有意差はなかったもののブロイラーの脂質過酸化度を低下させた。

#### (2-3) タンカン(Citrus tankan Hayata)の摘果果実の給与がブロイラー骨格筋の脂質過酸化度に与える影響

14日間の試験期間中の増体量、飼料摂取量ならびに試験終了時の体重および組織重量にはタンカン摘果果実の飼料給与の影響は認められなかったが、飼料要求率は4.0%添加区で有意に高くなった。一方、骨格筋の脂質過酸化度は、タンカン摘果果実の飼料添加により有意に低下した。ドリップロスは、タンカン摘果果実の飼料添加濃度に依存して低下し、4.0%添加区において有意に低くなった。

#### (3) 暑熱環境下で飼育したブロイラーの骨格筋において脂質過酸化物量の低減作用を持つ飼料資材の検討

##### (3-1) ニーム葉水抽出物(DWEN)の給与が暑熱環境下のブロイラー骨格筋の脂質過酸化度に与える影響

暑熱環境は、ブロイラーの増体量、飼料摂取量、試験終了時の体温、体重、および骨格筋重量に有意な影響を与えた。一方、DWENの飼料添加は、適温ならびに暑熱環境下において飼養成績に対する影響は認められなかったが、骨格筋重量に対する有意な影響が認められた。一方、暑熱感作は骨格筋の脂質過酸化度を増加させたが、DWENの飼料添加はこれを緩和した。

##### (3-2) オロト酸の給与が暑熱環境下のブロイラー骨格筋の脂質過酸化度に与える影響

適温ならびに暑熱環境下において飼養成績に対するオロト酸の効果は認められなかった。一方、暑熱感作は骨格筋の脂質過酸化度を増加させたが、オロト酸給与はこれを緩和した。

#### (4) 飼料給与開始の遅れが暑熱環境下での骨格筋の抗酸化酵素の遺伝子発現量および脂質過酸化物量に及ぼす影響

孵化後の飼料給与の開始を実験的に48時間遅らせた遅延区では、暑熱感作を開始した14日

齡時点の体重が対照区に対して有意に軽かった。暑熱環境および飼料給与開始の遅れは、ブローラーの試験終了時の体温、骨格筋重量、血漿ならびに骨格筋の脂質過酸化度に有意な影響を与えた。血漿中の脂質過酸化度には、暑熱環境と飼料給与開始の遅れの交互作用が認められた。これらの結果より、孵化後の飼料給与開始の遅れは、暑熱環境下で認められる脂質過酸化度の増加をさらに増悪させる可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

|   |                      |
|---|----------------------|
| 1. 著者名<br>Saki Shimamoto, Kiriko Nakamura, Shozo Tomonaga, Satoru Furukawa, Akira Ohtsuka, Daichi Ijiri   | 4. 巻<br>10           |
| 2. 論文標題<br>Effects of cyclic high ambient temperature and dietary supplementation of orotic acid, a pyrimidine precursor, on plasma and muscle metabolites in broiler chickens.           | 5. 発行年<br>2020年      |
| 3. 雑誌名<br>Metabolites   | 6. 最初と最後の頁<br>189    |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.3390/metabo10050189   | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>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<br>-            |
| 1. 著者名<br>Kiriko Nakamura, Mitsuki Shishido, Saki Shimamoto, Goichiro Ogawa, Nikhil Khandelwal, Kenji Tatsugawa, Yoshikazu Fujita, Akira Ohtsuka, Daichi Ijiri.                           | 4. 巻<br>-            |
| 2. 論文標題<br>The effects of supplementation with dried neem leaves extract on lipid peroxidation and antioxidant enzyme mRNA expression in the pectoralis major muscle of broiler chickens. | 5. 発行年<br>2021年      |
| 3. 雑誌名<br>The Journal of Poultry Science  | 6. 最初と最後の頁<br>-      |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.2141/jpsa.0200120   | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難  | 国際共著<br>-            |
| 1. 著者名<br>Rukana Kohrogi, Saki Shimamoto, Kazuki Nakashima, Daichi Sonoda, Akira Ohtsuka, Daichi Ijiri  | 4. 巻<br>91           |
| 2. 論文標題<br>Effects of delaying post-hatch feeding on lipid peroxidation and antioxidant enzyme mRNA expression in the pectoralis major muscle of newly hatched chicks.                    | 5. 発行年<br>2020年      |
| 3. 雑誌名<br>Animal Science Journal  | 6. 最初と最後の頁<br>e13327 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1111/asj.13327  | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難  | 国際共著<br>-            |
| 1. 著者名<br>Kiriko Nakamura, Ayumi Katafuchi, Saki Shimamoto, Goichiro Ogawa, Nikhil Khandelwal, Kenji Tatsugawa, Yoshikazu Fujita, Akira Ohtsuka, Daichi Ijiri                             | 4. 巻<br>-            |
| 2. 論文標題<br>Effects of a dried neem leaf extract on the growth performance, meat yield and meat quality in skeletal muscle of broiler chickens under high-temperature conditions           | 5. 発行年<br>2022年      |
| 3. 雑誌名<br>Frontiers in Animal Science   | 6. 最初と最後の頁<br>-      |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし   | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>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<br>-            |

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>中村桐子, 島元紗希, 山本雅史, 坂尾こず枝, 大塚彰, 井尻大地                |
| 2. 発表標題<br>タンカン摘果果実の飼料添加がブロイラーの浅胸筋の脂質過酸化度、ドリップロス、および色調に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名<br>日本家禽学会2021年度春季大会                                  |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>中村桐子, 宍道 美月, 島元 紗希, 小川 剛一郎, カンデルワル ニキル, 立川 健治, 藤田 芳和, 大塚 彰, 井尻 大地 |
| 2. 発表標題<br>ニーム葉水抽出物の給与がブロイラーの骨格筋の脂質過酸化度と抗酸化酵素のmRNAの発現量に及ぼす影響                 |
| 3. 学会等名<br>第14回日本暖地畜産学会大会  |
| 4. 発表年<br>2021年  |

|                                    |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>井尻大地                    |
| 2. 発表標題<br>ニワトリの初期栄養状態と代謝インプリンティング |
| 3. 学会等名<br>日本畜産学会第128回大会（招待講演）     |
| 4. 発表年<br>2021年                    |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                     | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                  | 備考 |
|-------|---|--|----|
| 研究分担者 | 大塚 彰<br><br>(Ohtsuka Akira)<br><br>(10233173) | 鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・教授<br><br><br>(17701) |    |

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|