

黒酢もろみ混合飼料で飼育した黒さつま鶏の品質に関する研究

森園 由香¹⁾

1) 〒899-4395 鹿児島県霧島市国分中央 1-10-2 第一工業大学工学部 自然環境工学科

Effect of Kurozu moromi Feeding on Growth and Meat Quality in Black Satsuma chickens

Yuka MORIZONO¹⁾

¹⁾ Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Daiichi Institute of Technology, 10-1-2 Kokubu-Chuuou, Kirishima-shi, Kagoshima 899-4395, Japan

Kurozu is a special product of Kirishima City. In the Kurozu manufacturing process, a nutrient-rich residue called “Kurozu moromi” remains as industrial waste. This research was done to develop new uses for Kurozu moromi. Black Satsuma chickens were bred on a feed supplemented with Kurozu moromi and their effects on growth and quality were investigated. The feed was prepared using a commercial feed as a control and adding 5% and 10% Kurozu moromi to the dry weight of the control. As a result of the breeding test, Kurozu moromi did not affect the growth of Black Satsuma chickens, the yield of breast meat and the breaking load. In free amino acid analysis, glutamic acid, threonine, and anserine were increased more than control group. The rate of increase in glutamic acid was the highest, with the addition of Kurozu moromi increasing it by more than 30%. An increase in glutamic acid can enhance the umami of the meat. Sensory evaluation suggested that the addition of Kurozu moromi may improve palatability. From these results, Kurozu moromi may be useful as a dietary supplement to improve the quality of Black Satsuma chicken. However, there was no statistically significant difference, so further consideration is needed.

Key words: kurozu moromi, special products, residue

1. はじめに

第一工業大学が所在する鹿児島県霧島市は、県本土のほぼ中央部に位置し、県庁所在地である鹿児島市に次いで2番目の人口規模を有している。国内トップクラスの半導体企業が工場を立地するなどハイテク産業が発達する一方で、錦江湾と霧島山に囲まれた豊かな自然が残る地でもある。

海と山に囲まれた霧島の地では、その特徴を活かした独特の食文化が受け継がれている。その一つが、霧島市福山町で伝統的に製造されている「壺造り黒酢（以下、黒酢）」である。

黒酢のルーツは、福山町の商人が旅行先の日置地方で出会った色酢の製法を持ち帰り、1820年ごろに製造を開始したのが始まりとされる¹⁾。元来、「壺酢」

あるいは「福山酢」と呼ばれてきたが、1975年にその琥珀色の外観に基づき「黒酢」と命名され、現在に至る。2015年には「鹿児島の壺造り黒酢」が「特定農林水産物等の名称の保護に関する法律（地理的表示法）」により、特定農林水産物等登録簿に登録された。

黒酢の原料は蒸した玄米、米麴、水のみである。これらを屋外に設置した薩摩焼と呼ばれる黒い陶器の壺に仕込み、1年以上発酵・熟成させる。発酵・熟成の過程で微生物の添加や熟成を早めるための加温はおこなわず、自然の下での醸造に任せるという世界でも珍しい製法で製造されている。

黒酢を醸造している壺の底には、不溶性の発酵残渣が沈殿している。これが黒酢もろみである。熟成

完了した黒酢は、壺底の黒酢もろみとともに圧搾機に投入され、液体部分はろ過されたのち酸度調節、殺菌の工程を経て「黒酢」として出荷される。一方、圧搾機に残った黒酢もろみは回収後冷凍庫で一時保管する。その後常温で解凍し、ミンチ状に加工し70°Cで48時間以上熱風乾燥し、再度ミンチ機で粉碎される。黒酢製造会社の規模にもよるが、多いところでは毎月1トンほどの黒酢もろみが発生する。これまではその大部分が食品産業廃棄物として海洋投棄されてきたが、2007年にロンドン条約により海洋投棄が全面禁止されたことを機に、黒酢もろみのリサイクルが業界全体の課題とされてきた。古くから健康食品として親しまれてきた黒酢の副産物であることから、黒酢もろみにも健康に対する有効性が期待され、成分解析や機能性研究がおこなわれてきた。近年では、抗アレルギー作用²⁾、血清コレステロール低下作用³⁾、抗腫瘍作用⁴⁾、高血糖抑制作用⁵⁾などの機能性を有することが報告され、サプリメントなど健康食品の素材として利用されている。しかし、サプリメントとして利用される黒酢もろみは大量に発生するうちの10%程度に過ぎず、大部分は産業廃棄物として扱われている。

現在鹿児島県内では、黒酢もろみを混合した飼料で育てたブリや牛を、地域の新たな特産品としてブランド化する取組みがおこなわれている。しかし、黒酢もろみがこれらの畜水産物の生産性や肉質、栄養成分や嗜好性にどのような影響を与えているかは詳細に検討されていない。

第一工業大学が所在する霧島市では、2018に発足した「霧島ガストロノミー推進協議会」を中心として「霧島の食」が持つ多様な魅力を全国に発信する活動がおこなわれている。その一つが食にまつわるあらゆる産品・活動をブランド認定する「霧島ガストロノミーブランド認定制度」である。黒酢はもちろん、鹿児島県独自のブランド鶏である黒さつま鶏もこの認定を受けている。既存の活動、産品はもちろん、霧島の食の魅力を活かした新商品の開発も期

待されている。

そこで本研究では、霧島市の特産品である黒酢の副生成物である黒酢もろみを、霧島市のブランド認定品である黒さつま鶏の飼料に添加して飼育し、生産性および品質に及ぼす影響について検討をおこなうこととした。

2. 材料および方法

2.1. 供試鶏

平成30年7月3日に餌付けを開始した黒さつま鶏の雄15羽を供試鶏とした。

2.2. 飼育方法および飼育期間

餌付けから4週齢までは、黒さつま鶏前期用飼料を与え、同一の鶏舎内で飼育した。5週齢以降は試験区分ごとに鶏舎を分け、平飼いで自由摂食、自由飲水により飼育した。なお、飼育管理は、鹿児島県霧島市溝辺町の養鶏施設「地鶏大作」の第2農場において、専門家の管理の下でおこなった。

2.3. 飼育期間

飼育期間は2018年8月8日～2018年12月14日であった。

2.4. 試験区分

一般的な黒さつま鶏用飼料（南日本くみあい株式会社製）を基礎飼料とし、基礎飼料100%のグループをコントロール（Cont.）とした。Cont.の重量に対し黒酢もろみ（福山黒酢株式会社製；鹿児島県霧島市福山町）を5%、10%の割合で添加した飼料を与えたグループを実験区とし、それぞれ5%区、10%区とした。配合比をTable 1に示した。なお、1試験区あた

Table 1. The ratio of medium composition

	Commercial diet	Kurozu moromi
Cont.	100	0
5%	100	5
10%	100	10

Cont.: Commercial diet only.

5%: The feed which added *Kurozu moromi* of 5% of dry weight of commercial diet.

10%: The feed which added *Kurozu moromi* of 5% of dry weight of commercial diet.

りの供試鶏数は5羽とした。

2.5. 発育成績

4, 9, 13, 18, 23 週齢時に全羽の体重を測定した。

2.6. 品質評価

24 週齢目で屠殺した鶏からむね正肉を採取し、以下の項目について検討した。

2.6.1. 遊離アミノ酸組成

フードプロセッサでミンチ状にしたむね肉 5 g に 2% スルホサリチル酸溶液 20 ml を添加し、冷却しながらホモジナイザーで 60 秒間粉碎した。蒸留水で 100 ml にメスアップ後、遠心分離 (18,000 rpm, 10 分間) し、上清を 0.45 μ m メンブレンフィルターでろ過したものを試料溶液とし、高速液体クロマトグラフで 22 種類の遊離アミノ酸について分析をおこなった。

2.6.2. 歩留りの算出

むね正肉から皮と筋を除去し、重量を測定した。これを真空包装し 70°C で 2 時間加熱した後、袋のまま氷水中で 30 分間冷却後、室温で 1 時間放置した。その後重量を測定し、加熱後の歩留りを算出した。

2.6.3. 物性測定

物性測定にはレオナー (RE2-3305C, 株式会社山電) を使用した。歩留り算出後の加熱済みむね肉を、幅 25 mm, 長さ 25 mm, 厚さ 10 mm に切り出し試料とした。プランジャーは直径 3 mm のニードル型を用い、20 N のロードセルにて速度 1 mm/sec とし、破断荷重を測定した。解析には、自動解析装置ソフトウェア テクスチャー解析 Windows ver. 2.0 (TAS-3305, 株式会社山電) を用いた。

2.6.4. 官能評価

黒酢もろみを混合した飼料で飼育した鶏肉の嗜好性を検討するため、官能評価をおこなった。パネリストは第一工業大学工学部に所属する学生 (男性 10 名, 21.7 \pm 0.5 歳) とした。官能評価に供した試料は、歩留り算出の際と方法と同じ工程で調理をおこなったものを用いた。肉そのものの食味を評価してもら

うため、食塩等による調味はおこなわなかった。各試料 1 片 (幅 15 mm, 長さ 10 mm, 厚さ 10 mm) を銀色の皿に並べ、ラテン方格に従って供した。

評価は Cont. を基準 (0) とした 7 段階評点法 (-3 ~ +3 点) を用いた。評価項目は色味の好ましさ、香りの好ましさ、軟らかさの強弱、しっとり感の強弱、うまみの強弱、総合評価の 6 項目とした。各試料の評価前に蒸留水で口腔内を洗浄させ、直前に食した試料の風味が口腔内に残留しないようにした。

統計処理

発育成績および物性試験の結果については、一元配置分散分析の後、有意差が得られたものについて Tukey Kramer 法で多重比較検定をおこない、 $P < 0.05$ で統計的に有意であると判断した。ソフトウェアは、Microsoft[®] Excel 2016 アドインソフト Statcel 4 を使用した。

3. 結果

3.1. 発育成績

発育成績として、飼育期間中の体重の推移を Fig. 1 に示した。18 週齢において 5% 区の体重が Cont. より

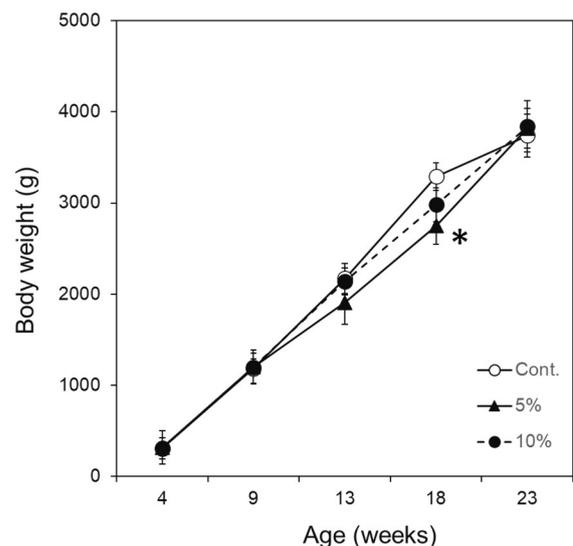


Fig 1. Weekly body weight changes during the experimental period.

The data shows mean \pm SD (n = 5).

* Significant $p < 0.05$ compared with the control.

Legends are the same as in Table 1.

有意に低い値を示したものの、最終的な発育成績はいずれの区においても差は認められなかった。

3.2. 歩留り

Table 2. Effect of Kurozu Moromi Feeding on cooking yield.

	Cont.	5%	10%
Sample weight			
before cooking (g)	179.6	172.3	240.9
after cooking (g)	141.8	130.8	190.7
Cooking yield (%)	79.0	75.9	79.2

Legends are the same as in Table 1.

調理後の歩留りを Table 2 に示した. Cont.の歩留りは 79.0%, 5%区は 75.9%, 10%区は 79.2%で, 飼料の違いによる歩留りの差は見られなかった。

3.3. 遊離アミノ酸組成

Table 3 に遊離アミノ酸の分析結果を示した. 遊離アミノ酸総量は Cont.区 100 に対して 5%区で 98.3%, 10%区で 108.5%であった. 遊離アミノ酸量については, アスパラギン酸, スレオニン, グルタミン酸, リジンが増加した. 最も増加率の高かったのはグルタミン酸で, Cont. 100 に対して, 5%区で 132.6%, 10%区で 134.4%, スレオニンは 5%区で 107.2%, 10%区で 131.4%と, 用量依存的に増加した. リジンは Cont. 100 に対して 5%区で 87.1%, 10%区で 134.2%, アスパラギン酸は 5%区で 82.7%, 10%区で 115.6%と, いずれも増加を示した。

3.4. 物性試験

Fig. 3 に破断荷重を示した. Cont.の破断荷重は 5.5 ± 1.42 N, 5%区は 5.8 ± 1.0 N, 10%区は 5.6 ± 1.4 N であった. いずれの区もおいても破断応力に差は認められなかった。

3.5. 官能試験

官能評価の結果を Fig. 3 に示した. いずれの評価項目においても, Cont.と実験区における有意な差は認められなかった. 香りの好ましさ, しっとり感の強弱は, 5%区, 10%区のいずれも Cont.より高く評価

Table 3. Analysis of free amino acid content in breast meat on various diet.

	Cont.	5%	10%	Unit
Aspartic acid	24.0	19.8	27.7	mg
Glutamic acid	89.4	118.6	120.2	mg
Serine	78.0	73.2	79.6	mg
Asparagine	24.0	17.3	22.7	mg
Glycine	43.2	41.6	47.7	mg
Glutamine	138.5	111.6	125.5	mg
Taurine	121.2	100.3	101.6	mg
Threonine	41.7	44.7	54.8	mg
Alanine	101.1	67.6	86.8	mg
Anserine	6307.2	6325.5	6972.6	mg
GABA	N.D	N.D	N.D	mg
Proline	21.3	20.4	18.4	mg
Tyrosine	56.8	55.7	53.0	mg
Cystine	13.0	13.0	13.1	mg
Valine	107.7	97.2	105.0	mg
Methionine	44.7	42.1	44.0	mg
Isoleucine	198.7	160.6	177.2	mg
Ornithine	N.D	N.D	N.D	mg
Leucine	82.3	66.4	77.7	mg
Lysine	27.3	23.8	36.6	mg
Phenylalanine	61.2	55.8	57.9	mg
Tryptophan	N.D	N.D	N.D	mg

Legends are the same as in Table 1.

Values are in mg/kg.

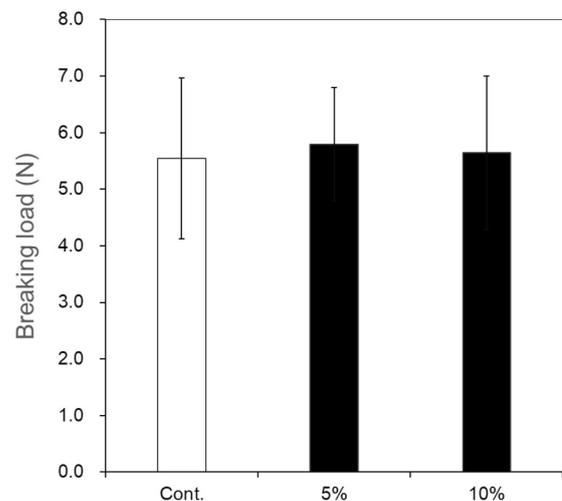


Fig 2. Breaking load of breast meat after heating.

The data shows mean \pm SD (n = 5).

Legends are the same as in Table 1.

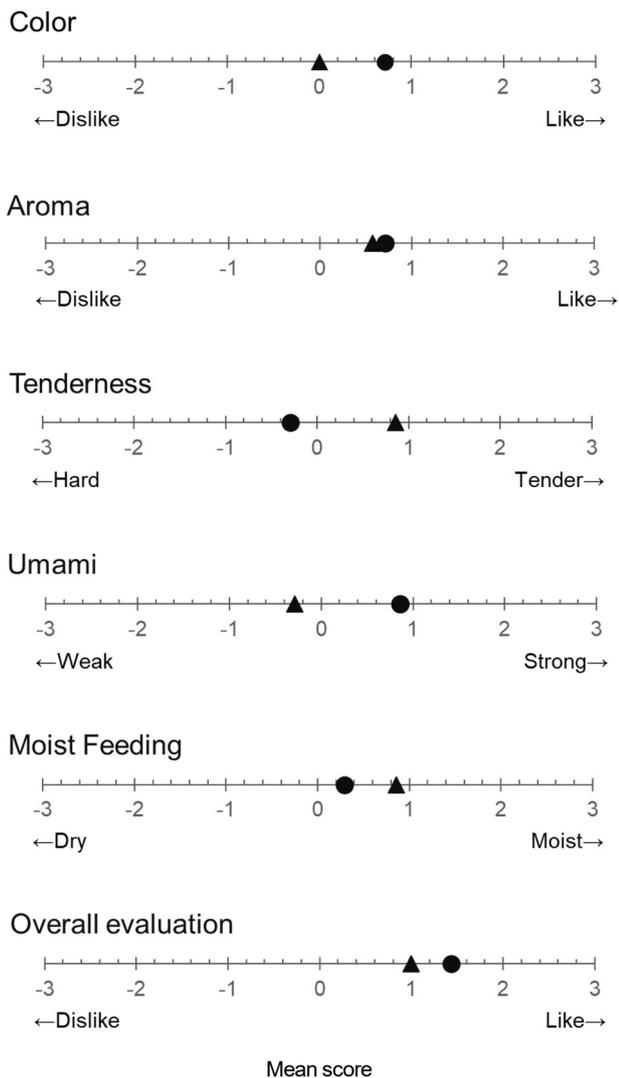


Fig 3. Sensory evaluation of breast meat after heating.

The data shows mean (n=10).

Evaluation results obtain by scoring Cont. as control (0 point).

● 5% ▲ 10% (Legends are the same as in Table 1.)

される傾向にあった。やわらかさについては、10%区がやや軟らかく感じられる傾向が見られた。うま味については5%区がCont.より強く感じられ、10%はCont.よりやや弱いと評価される傾向が見られた。総合評価においては、5%区、10%区いずれもCont.より高く評価される傾向が見られた。

4. 考察

黒酢もろみを混合した飼料が黒さつま鶏の生産性および品質に及ぼす影響について検討をおこなった。生産性においては、18週齢で5%区の体重がCont.

より有意に小さかった。しかし、飼育終了時にはその差は解消したことから、黒酢もろみは黒さつま鶏の生産性には影響しない可能性が示唆された。

加熱調理による歩留りについては、統計的な有意差はないものの、5%区が最も歩留りが低く、10%区はCont.と同程度であった。

物性試験ではいずれの区においても同程度の破断荷重を示し、黒酢もろみは肉の硬さには影響を与えない可能性が示唆された。

遊離アミノ酸の分析結果では、分析した22種類の遊離アミノ酸のうち、Cont.よりも含有量が増加したのは5%区ではグルタミン酸、スレオニン、アンセリンの3種類であったのに対し、10%区ではグルタミン酸、スレオニン、アスパラギン酸、セリン、府リシン、シスチン、アンセリン、タウリンの10種類であった。黒さつま鶏に対する黒酢もろみの給与は、遊離アミノ酸含量を用量依存的に増加させる可能性が示唆された。

最も増加率の高かったグルタミン酸はCont.より30%以上増加した。グルタミン酸は、核酸の一種であるイノシン酸とともにうま味を呈するアミノ酸であり、黒酢もろみの給与は黒さつま鶏の美味しさの向上に寄与する可能性が示唆された。飼料成分と鶏肉の生産性や肉質との関連性については、高タンパク質飼料の給与⁶⁾や、乳酸菌などによるプロバイオティクス効果^{7,8)}が報告されている。本研究では黒酢もろみのタンパク質含量は分析していないが、黒酢の原料は米であるため、添加した黒酢もろみから供給されるタンパク質量は高くないと考えられる。また、黒酢もろみが鶏肉の腸内フローラに影響したかも不明であるため、黒酢もろみ給与による鶏むね肉中の遊離グルタミン酸増加のメカニズムについては、今後さらなる検討が必要である。

官能試験では、10%区においてCont.よりもやわらかさとしっとり感が強く感じられる傾向が見られた。うま味については、Cont.に比較して5%区が強く感じられ、10%区はやや弱いと評価された。遊離アミ

ノ酸の分析結果で得られたグルタミン酸の増加とは相関しない結果となった。総合的な評価では黒酢もろみを給与した区が Cont.よりも高く評価される傾向にあった。全体として統計的な有意差は得られなかったものの、黒酢もろみは黒さつま鶏の嗜好性を向上させる可能性が示唆された。

本研究では、黒酢もろみが黒さつま鶏の肉質や嗜好性に影響を及ぼす可能性が示唆された。地鶏やブロイラーの飼料に食品残渣物や代替飼料を添加した飼育試験では、その添加量が10 - 40%に設定される場合が多い。トウモロコシ飼料を玄米に代替して飼育した比内地鶏では、もも肉の脂肪酸組成が変化することは報告されている⁹⁾。この研究では、玄米の配合割合はトウモロコシ飼料の25 - 75%であり、脂肪酸組成は肉の香りや甘味に影響することから、この試験における比内地鶏の嗜好性にも影響を与えた可能性が推察される。本研究では黒酢もろみの添加量は最大10%であったため、今後は添加量を増やし再検討をおこないたい。さらに、もも肉についても分析をおこない、鶏肉を生食する文化を持つ鹿児島県において、新たなブランド品開発のためのデータを蓄積したいと考える。

5. おわりに

霧島市の産品として知られる黒酢の製造過程で発生する残渣物である黒酢もろみを利用した新たな地域ブランド品の開発を企図した。今後は黒酢もろみの添加量や分析部位の追加など、さらなる検討をおこない、地域の魅力を活かしたブランド品開発に取り組んでいきたい。

謝辞

本研究をおこなうにあたり、黒酢もろみを提供してくださった福山黒酢株式会社、黒さつま鶏の飼育管理を担当してくださった地鶏大作の皆様に深く感謝申し上げます。また、品質評価にご協力いただいた鹿児島県工業技術センター、大隅加工技術センタ

一、第一工業大学学生の皆様に心より御礼申し上げます。

参考文献

1. 蟹江松雄: 福山の黒酢. 農山漁村文化協会 (1989).
2. Hayashi, T., Hasegawa, K., Sasaki, Y., Sagawa, Y., Oka, T., Fujii, A., Hashiguchi, K., Ueno, S., Nagano, M.: Reduction of development of late allergic eosinophilic rhinitis by kurozu moromi powder in BALB/c mice. *Food Sci. Technol. Res.* **13**, 385–390 (2007).
3. 藤野武彦, 金谷庄藏, 有吉恭子, 牧角和宏, 加治良一, 津田泰夫, 大倉洋甫: 醸造酢固形成分の血清コレステロール, 赤血球変形能に及ぼす効果. *健康科学*. **12**, 139–141 (1990).
4. Fukuyama, N., Jujo, S., Ito, I., Shizuma, T., Myojin, K., Ishiwata, K., Nagano, M., Nakazawa, H., Mori, H.: Kurozu moromimatsu inhibits tumor growth of Lovo cells in a mouse model in vivo. *Nutrition*. **23**, 81–86 (2007).
5. 長野正信: くろずもろみ末および黒酢濃縮液の糖代謝への影響. *薬理と治療*. **34**, 199–206 (2006).
6. 江口淳史, 藤村忍: 食肉の呈味性向上における飼料タンパク質の効果とその調節機構. 畜産の情報 (国内編). **180**, 20–25 (2004).
7. ENDO, T., NAKANO, M.: Influence of a Probiotic on Productivity, Meat Components, Lipid Metabolism, Caecal Flora and Metabolites, and Raising Environment in Broiler Production. *Nihon Chikusan Gakkaiho*. **70**, 207–218 (1999).
8. Patterson, J.A., Burkholder, K.M.: Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poult. Sci.* **82**, 627–631 (2003).
9. 小松恵, 力丸宗和, 米の給与が比内地鶏の生産性に及ぼす影響. 高橋大希, 石塚条次:

粳米の給与が比内地鶏の生産性に及ぼす影響. 秋田県農林水産技術センター畜産試験場研究報告. **26**, 67-73 (2012).