

暑熱期における食品製造副産物の給与が 肉用「名古屋種」の生産性及び肉質に及ぼす影響

小林慧三¹⁾・中村明弘²⁾・宮川博充¹⁾・美濃口直和¹⁾

摘要:ニワトリは、暑熱ストレスにより体温の上昇が起こると、飼料摂取量を低下させて、体熱発生を抑制するため、暑熱期に発育性が低下することが問題となっている。本研究は、暑熱期の肉用「名古屋種」に、食品製造副産物である乾燥出汁しぼり粕及び生菓子屑を市販配合飼料に混合した高栄養飼料を給与し、生産性及び肉質に与える影響を調査した。高栄養飼料給与区は、市販配合飼料のみを給与した対照区と比較して、18週齢までの増体量は同等であったが、飼料摂取量が低く抑えられた結果、飼料要求率が優れ、収支差額も増加した。この傾向は高栄養飼料給与期間が長いほど顕著であった。肉質については、高栄養飼料の長期給与により、食味等に負の影響を及ぼすことなく、出汁しぼり粕特有の脂肪酸であるドコサヘキサエン酸(DHA)のもも肉中割合が高まった。

キーワード: 肉用「名古屋種」、食品製造副産物、乾燥出汁しぼり粕、生菓子屑、暑熱ストレス

The Effects of Feeding Food Production By-products during Hot Summer Weather on Productivity and Meat Quality in Meat-type 'Nagoya' Chickens

KOBAYASHI Keizou, NAKAMURA Akihiro, MIYAKAWA Hiromitsu
and MINOGUCHI Naokazu

Abstract: Chickens restrict their feed intake to regulate body heat generation when heat stress raises body temperature; this leads to decreased growth during the hot season. This study investigated the productivity and meat quality of meat-type 'Nagoya' chickens given high-nutrient diets during the hot season when dry prepared dashi shiborikasu and fresh pastry shavings are combined with commercial formula feed. The chickens fed a high-nutrient diet had similar body growth up to 18 weeks of age but they used less food. This led to a higher feed conversion ratio and a more favorable balance between profit and loss. This trend was more pronounced when chickens were fed a high-nutrient diet. Long-term feeding of high-nutrient diets increased the amount of docosahexaenoic acid (DHA), a fatty acid unique to dry-prepared dashi shiborikasu, in leg meat without negatively affecting taste.

Key Words: Meat-type 'Nagoya' chickens, Food production by-products, Dry prepared dashi shiborikasu, Fresh pastry shavings, Heat stress

本研究は日本家禽学会秋季大会(2024年9月)において発表した。また、本研究は令和4年度地域飼料資源循環促進事業により実施した。

¹⁾畜産研究部 ²⁾畜産研究部(現知多農林水産事務所)

(2024.9.4受理)

緒言

地球規模で進む温暖化の影響は極めて深刻で、近年では夏季の猛暑による家禽の生産性低下が問題となっている。一般的に、ニワトリは閉鎖環境下で飼養密度高く飼育されており、汗腺を持たず発汗による体温調整が困難なこともあり、暑熱期には飼料摂取量が低下し、成長遅延による経済被害が大きくなる¹⁾。肉用「名古屋種」においても、春餌付けのヒナは秋餌付けに比べて夏季の暑熱ストレスのため4~8週齢までの発育初期段階で顕著に発育が遅れ²⁾、経済的被害が発生することが問題となっている。気象庁は、今後も夏場(6~8月)の平均気温が変動を繰り返しながら上昇すると発表していることから、暑熱の影響に対する技術的な対策が急務である。

加えて、近年の社会情勢の影響により、配合飼料価格が高騰している。畜産農家は、生産コストを抑えるために安価な飼料原料や配合飼料の供給を求めている。そのため、食品製造副産物等の有効活用を図り、飼料コストを低減することも必要である。

伊藤ら³⁾は、暑熱期のブロイラーにおいて、4週齢以降に对照飼料に対して、粗タンパク質(CP)と代謝エネルギー(ME)が高い飼料を給与することで、飼料要求率が良くなり、経済性に優れたことを報告している。前報³⁾において、発育期間が暑熱期にあたる春餌付けの肉用「名古屋種」に食品製造副産物である乾燥出汁しぼり粕を給与したところ、4~8週齢の増体量が増加するなど生産性を向上させる可能性が示された。また、愛知県は菓子類の製造量が多く、製造副産物である菓子屑の排出量も多い。中でも生菓子屑は水分含有量が15%程度で常温でも腐敗しにくく、カロリーを多く含み、かつ安価である。よって、これら2つの食品副産物は、飼料としての利用価値が高いと考えられる。

そこで本研究では、春餌付け(暑熱期)の肉用「名古屋種」に、4週齢以降、市販の中雛用配合飼料に乾燥出汁しぼり粕及び生菓子屑を混合することで高CP高MEに調製した飼料(以下、暑熱対策飼料とする)を考案、既報^{1,3)}よりも長期(最長12週間まで)給与し、発育性、産肉性、経済性及び食味への影響を調査した。

材料及び方法

1 供試鶏及び飼養管理

2022年5月12日餌付けの肉用「名古屋種」雄480羽を供試した。餌付けから4週齢までは電熱バッテリー育雛器で飼育し、ブロイラー肥育前期用飼料で飼養した。以降は開放式鶏舎で平飼い飼育し、飼料は自由摂取させた。また飼育密度が1㎡当たり約10羽となるように間口175cm×奥行180cmの1区画に30羽ずつ収容した。その他の飼養管理は当場の慣行法により行った。

2 試験区分

試験期間は4~18週齢まで(2022年6月9日~9月12日)とした。表1に各飼料の給与期間及び成分値(CP及びME含有量)を示した。試験区分は、4週齢以降16週齢まで中雛用飼料のみを給与する区(対照区)、暑熱対策飼料を4~8週齢時に給与し、その後16週齢まで中雛用飼料を給与する区(4週間区)、同じく4~12週齢時に給与する区(8週間区)、同じく4~16週齢時に給与する区(12週間区)の4区分を設け、各区4反復とした。乾燥出汁しぼり粕及び生菓子屑のCPは実測値を用い、MEは日本標準飼料成分表(2009年版)の魚粉(CP65%)及び菓子パン屑の数値を用いた。暑熱対策飼料は、先述した伊藤ら³⁾の報告に従い、対照飼料対比でCPは107%、MEは103%となるように、乾燥出汁しぼり粕及び生菓子屑を、それぞれ5%及び9%の原物重量比で中雛用配合飼料に混合した。また、全区とも16から18週齢までは大雛用飼料を給与した。

3 調査項目

(1) 鶏舎内の気温

鶏舎内に自動記録計を設置し、試験開始から終了まで(2022年6月9日~2022年9月12日)の気温を1時間ごとに測定した。

(2) 発育性

体重は4、8、12、16及び18週齢時に測定し、各測定週齢時の体重の差を増体量とした。各飼料の摂取量は、体重測定と同じ週齢で残飼を測定し、給与量から残飼量を引いたも

表1 各飼料の給与期間及びCP、ME含有量

給餌飼料(給餌対象区)	給与期間 (週齢)	CP ¹⁾ (%)	ME ²⁾ (kcal/kg)
ブロイラー肥育前期用飼料(全区共通)	0~4	24.0	3030
中雛用飼料(対照区、4週間区、8週間区)	4~16	18.0	2850
暑熱対策飼料(4週間区、8週間区、12週間区)	4~16	19.3	2935
大雛用飼料(全区共通)	16~18	14.0	2750
乾燥出汁しぼり粕	-	66.6	3070
生菓子屑	-	5.2	3670

1) 乾燥出汁しぼり粕及び生菓子屑は実測値、暑熱対策飼料は算出値、それ以外の飼料は表示票の数値

2) 乾燥出汁しぼり粕、生菓子屑及び暑熱対策飼料は推定値、それ以外の飼料は表示票の数値

のとした。CP及びME摂取量は、各飼料の摂取量にそれぞれのCP含有率またはMEを乗じて算出した。飼料要求率は、飼料摂取量を増体量で除して算出した。生存率はへい死鶏の羽数を記録し、試験終了時羽数を試験開始時羽数で除して算出した。

(3) 産肉性及び脂肪酸組成

産肉調査については、試験終了時に各区の平均体重に近い個体を6羽ずつ抽出し、それらを解体して、生体重に対する各部位の重量割合を求めた。肉色は、採取したもも肉及びむね肉を用い、色差計(カラーエースTC-8600A、有限会社東京電色、東京)で、もも肉は半腱様筋内面、むね肉は浅胸筋内面をそれぞれ測定した。ドリップロス率は、左側のもも肉及びむね肉を用い、ペーパータオルを用いて水分を除いた後、それぞれ重量を測定した。その後、ペーパータオルで肉を包み、チャック付きビニール袋に入れて密封し、4.0°Cに設定したインキュベーター(MIR-152、三洋電機株式会社、大阪)内で静置した。48時間後のもも肉及びむね肉の重量と予め測定しておいたペーパータオルとチャック付きビニール袋の重量との差をドリップロス重量とし、これを初期重量で除し、ドリップロス率を算出した。

脂肪酸組成については、採取した右側のもも肉及びむね肉を用い、2羽分をプールし1サンプルとして、各区3検体を一般財団法人食品環境検査協会清水事業所(静岡)に外部委託し、ガスクロマトグラフ法にて分析した。

(4) 食味

鶏肉は、試験終了時に各区の平均体重に近い個体を10羽ずつ抽出し、食鳥処理場に委託して真空パックにした後、直ちに急速冷凍したものを試験直前まで-30°Cで保存した。食味官能試験は、対照区及び12週間区のもも肉とむね肉(共に皮付き)を用いて、2点比較法による試験⁶⁾を実施した。凍結した鶏肉を試験当日に流水で半解凍し、一定の大きさ(50mm×15mm×厚さ10mm)に切り出し、IHホットプレートを用いて加熱したものを供試した。加熱条件はもも肉が230°C

で表裏それぞれ160秒間、むね肉も同じ温度で表裏それぞれ120秒間で行った。

試験は、試験場職員37名をパネルとし、味、香り、食感、やわらかさ及び総合評価の5項目について、どちらが好ましいかを調査した。パネルの男女の内訳はそれぞれ28人と9人で、年代の内訳はそれぞれ20代6人、30代11人、40代6人、50代12人、60代2人であった。

(5) 経済性

経済性は1羽あたりの収支差額を算出し評価した。1羽あたりの収支差額は生鳥売上価格(生体重1kgあたりの販売価格×18週齢時の平均体重)から飼料費(原物1kgあたりの飼料価格×試験期間中の1羽あたりの飼料摂取量)を引いた金額とした。なお、生体重1kgあたりの販売価格は当場の令和4年度販売価格である550円を採用した。1kgあたりの飼料価格は中雛用飼料を75円、大雛用飼料を70円とし、乾燥出汁しぼり粕を100円、生菓子屑を30円とすると暑熱対策飼料は72.2円となった。

4 統計処理

上記調査項目について、フリーソフトR⁷⁾を用いて統計処理を行った。各データにおける平均値の差の検定はHolm法による多重比較(5%有意水準で検定)を行い、2点比較法による食味官能試験の結果については二項検定⁸⁾を行った。

試験結果

1 気温の推移

鶏舎内温度の推移を図1に示した。試験期間中の最高気温は6月30日及び7月1日に記録した36.5°Cで、最低気温は6月9日の17.5°Cで、平均気温は27.2°Cであった。また、4~8週齢時の平均気温は25.5°C、8~12週齢時は27.6°C、12~16週齢時は28.3°C、16~18週齢時は28.0°Cであった。

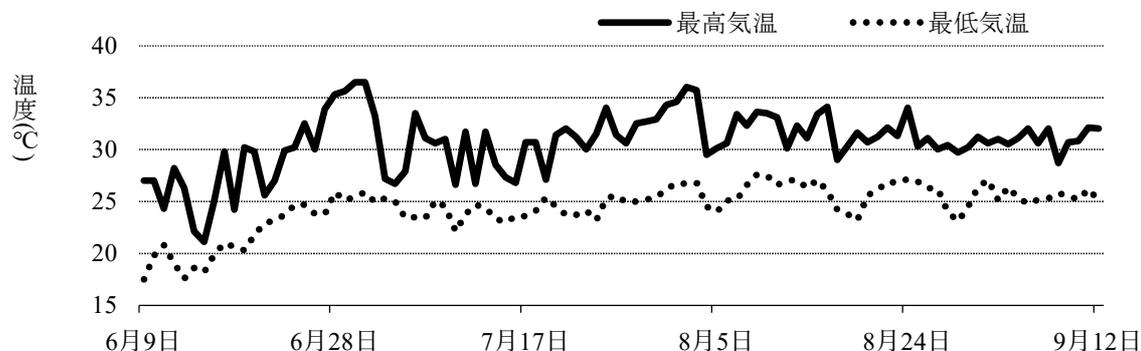


図1 鶏舎内温度の推移
(2022年6月9日~9月12日)

2 発育性

試験期間の発育成績を表2に示した。4~8週齢までの期間について、増体量は対照区と比べて8週間区が有意に高く($P<0.05$)、4及び12週間区で高い傾向にあった($P<0.1$)。摂取量及び飼料要求率は対照区と比べて低く、摂取量は対照区と8及び12週間区の間で、飼料要求率は対照区と4、8及び12週間区の間で有意差が認められた($P<0.05$)。

8~12週齢までの期間について、増体量は各区の間に有意差は認められなかった。4、8及び12週間区の摂取量及び飼料要求率は対照区と比べて低く、摂取量は対照区と8

及び12週間区の間で、飼料要求率は対照区と4、8及び12週間区の間で有意差が認められた($P<0.05$)。

12~16週齢までの期間について、増体量は各区の間に有意差は認められなかった。摂取量は対照区及び4週間区と12週間区、また4週間区と8週間区の間で、飼料要求率は対照区及び4週間区と12週間区の間で有意差が認められた($P<0.05$)。

16~18週齢までの期間について、増体量、摂取量及び飼料要求率は各区の間に有意差が認められなかった。また、18週齢体重についても、有意差は認められなかった。

表2 各週齢の発育成績

試験区	4週齢		4~8週齢		8~12週齢		
	体重 (g)	増体量 (g)	摂取量 (g)	飼料 要求率	増体量 (g)	摂取量 (g)	飼料 要求率
対照区	396	756 ^b	1973 ^a	2.61 ^a	746	3282 ^a	4.40 ^a
4週間区	396	791 ^{ab}	1901 ^{ab}	2.40 ^b	771	3048 ^{ab}	3.95 ^b
8週間区	396	811 ^a	1887 ^b	2.33 ^b	752	2854 ^{bc}	3.80 ^b
12週間区	396	791 ^{ab}	1828 ^b	2.31 ^b	754	2751 ^c	3.65 ^b

12~16週齢			16~18週齢			18週齢
増体量 (g)	摂取量 (g)	飼料 要求率	増体量 (g)	摂取量 (g)	飼料 要求率	体重 (g)
670	3612 ^{ab}	5.39 ^a	151	1407	9.42	2718
679	3715 ^a	5.47 ^a	155	1411	9.26	2793
670	3360 ^{bc}	5.03 ^{ab}	129	1368	10.89	2758
681	3192 ^c	4.70 ^b	126	1332	10.76	2748

a-c:同列異符号間に有意差あり($p<0.05$)

表3 発育成績(4~18週齢)

試験区	生存率 (%)	増体量 (g)	摂取量 (g)	飼料 要求率	CP摂取量 (g)	ME摂取量 ¹⁾ (Mcal)
対照区	98.3	2323	10273 ^a	4.42 ^a	1793 ^a	29.1 ^a
4週間区	99.2	2397	10075 ^a	4.20 ^b	1782 ^a	28.7 ^a
8週間区	99.2	2362	9469 ^b	4.01 ^{bc}	1711 ^b	27.3 ^b
12週間区	99.2	2352	9103 ^b	3.87 ^c	1686 ^b	26.5 ^b

1) 4,8,12週間区は推定値

a-c:同列異符号間に有意差あり($p<0.05$)

表4 生体重に対する各部位の重量割合 (%)

試験区 ¹⁾	と体 歩留	正肉割合				可食内臓割合				腹腔内脂肪 割合
		もも肉	むね肉	ささみ	合計	心臓	肝臓	筋胃	合計	
対照区	92.2	22.2	10.8	2.9	35.9	0.4	1.4	1.6 ^a	3.4 ^a	1.2
4週間区	93.2	21.3	10.7	2.9	35.0	0.3	1.4	1.4 ^{ab}	3.2 ^{ab}	1.6
8週間区	93.8	21.8	10.4	3.0	35.3	0.4	1.4	1.4 ^b	3.1 ^b	1.2
12週間区	92.1	21.8	10.2	2.9	34.9	0.4	1.3	1.3 ^b	2.9 ^b	1.3

1) 各区 n=6

a,b:同列異符号間に有意差あり($p<0.05$)

表5 肉色及びドリップロス率

試験区 ¹⁾	肉色(もも肉)			肉色(むね肉)			ドリップロス率(%)	
	L	a	b	L	a	b	もも肉	むね肉
対照区	37.2	17.6	8.9	46.4	6.5	10.0	4.6	7.5
4週間区	37.2	17.1	8.3	47.0	7.9	9.6	4.6	7.6
8週間区	36.9	18.1	8.3	49.6	8.3	10.1	4.7	8.1
12週間区	36.1	17.7	7.2	48.2	7.1	8.5	4.4	7.8

1) 各区 n=6

全試験期間(4~18週齢)の発育成績を表3に示した。増体量は各区の間に有意差は認められなかったが、摂取量は対照区及び4週間区よりも8週間区及び12週間区のほうが有意に低かった($P < 0.05$)。CP摂取量及びME摂取量についても同様で、対照区及び4週間区よりも8週間区及び12週間区のほうが有意に低かった($P < 0.05$)。飼料要求率は対照区よりも4、8及び12週間区、また4週間区よりも12週間区のほうが有意に低かった($P < 0.05$)。

生存率は、各区の間に有意差は認められなかった。

3 産肉性及び脂肪酸組成

生体重に対する各部位の重量割合を表4に示した。正肉の各部位重量割合について、各区の間に有意差は認められなかった。可食内臓の心臓及び肝臓については、各区の間に有意差は認められなかった。一方で、筋胃については対照区に比べて8及び12週間区が有意に低く、可食内臓合計も応じて8及び12週間区が有意に低かった。

肉色の明度(L値)、赤色度(a値)及び黄色度(b値)と、ドリップロス率を表5に示した。各区の間に有意差は認められなかった。

皮付き鶏肉の脂肪酸組成を表6に示した。もも肉及びむね肉のn-3系多価不飽和脂肪酸及び α -リノレン酸割合について、対照区に比べて12週間区のほうが有意に高く($P < 0.05$)、4及び8週間区で高まる傾向($P < 0.1$)であった。また、もも肉のDHA割合は、対照区、4及び8週間区よりも12週間区が有意に高かった($P < 0.05$)。

4 食味

対照区と12週間区のもも肉及びむね肉を用いた食味官能試験の結果をそれぞれ表7及び8に示した。各項目に有意差は認められなかった。

5 経済性

1羽あたりの経済性を試算した結果を表9に示した。売上価格は各区の間に有意差は認められなかったが、飼料費については、対照区よりも8及び12週間区が有意に優れ($P < 0.05$)、収支差額については、対照区よりも4、8及び12週間区が有意に優れていた($P < 0.05$)。

考察

恒温動物である家禽は、ある程度の気温変化内では体温を維持できるが、体熱収支が最小化する適温域が存在する⁵⁾。ニワトリの適温域は20°C前後であるが、上臨界温度を超えた場合には体温維持機構が破綻し体温上昇を引き起こす⁵⁾。上臨界温度はブロイラーで28°C、採卵鶏で30~32°Cである⁵⁾。つまり近年では、夏季に多くの地域で家禽が暑熱ストレスに曝され、体温上昇が生じていると考えられる。本研究においても、試験期間中に最高気温が32°C以上を記録した日数は31日あり、8月以降は大半の日で最高気温が30°C以上、最低気温が25°C以上と暑い日が続いた。このことから、試験期間中の肉用「名古屋種」が、長期間に渡り上臨界温度を超えて暑熱ストレスを受けていたと考えられた。

暑熱ストレスにより体温が上昇した家禽は、熱放散を促進するため自らのエネルギーを使い呼吸数を増加させるとともに、代謝熱の発生を抑制するために飼料摂取量が抑制される。この結果、増体量の低下が起り、生産性に悪影響を与えることが明らかになっている^{4,5)}。春餌付けの肉用「名古屋種」を用いた前報³⁾における対照区の乾物飼料摂取量は、4~18週齢までで8954gであった。本研究における対照区の乾物飼料摂取量は9060g(乾物率88.2%)であり、同等であった。しかし、前報における試験区の摂取量は対照区と同等であった一方で、本研究における試験区の摂取量は対照区と比較して、暑熱対策飼料の給与期間が長くなるにつれ摂取量が低くなる傾向で、それに応じて飼料要求率も改善した。ニワトリは、エネルギーの必要量に応じて飼料摂取量を調整する能力があり、一般的に飼料のME水準が上がると飼料摂取量が減少する⁹⁾と言われている。本研究では、前報とは異なり生菓子屑を添加して飼料を高ME化したことにより、摂取量が低く抑えられたと考えられた。このため、暑熱対策飼料を最長給与した12週間区は、対照区と比較して摂取量が11.4%減と最も低く、飼料要求率も12.4%減と最も優れていた。CP及びME摂取量をみると、どちらも飼料摂取量と同様に、暑熱対策飼料の給与期間が長くなるにつれ低下していた。通常、CPやMEの摂取量が少なければ、増体性が低下するはずである。しかし、8週齢以降の増体量並びに全期間の増体量に、各区の間に有意差がみられなかった。一般的に、食品製造副産物は繊維質が少なく、家畜にとって消化

表6 皮付き鶏肉の脂肪酸組成 (%)

脂肪酸	略記 ¹⁾	もも肉 ²⁾				むね肉 ²⁾			
		対照 区	4週間 区	8週間 区	12週間 区	対照 区	4週間 区	8週間 区	12週間 区
飽和脂肪酸									
ミスチン酸	14:0	0.7	0.7	0.8	1.0	0.6	0.7	0.8	0.9
ペンタデカン酸	15:0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
パルミチン酸	16:0	25.2	25.3	24.1	24.6	26.2	26.3	25.0	25.2
ヘプタデカン酸	17:0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2
ステアリン酸	18:0	6.2	5.7	6.7	7.0	6.8	6.0	7.0	7.6
小計		32.2	31.8	31.9	32.9	33.8	33.1	33.1	34.0
一価不飽和脂肪酸									
ミristollein酸	14:1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0
パルミトレイン酸	16:1	5.3	6.1	4.0	3.7	4.5	5.5	3.8	3.1
ヘプタデセン酸	17:1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
オレイン酸	18:1	39.6	40.8	39.4	39.6	39.5	40.7	39.7	39.7
エイコセン酸	20:1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
小計		45.3	47.4	43.9	43.7	44.4	46.7	43.9	43.1
多価不飽和脂肪酸									
リノール酸	18:2(n-6)	20.3	19.0	21.6	20.8	19.4	18.0	20.2	19.9
α-リノレン酸	18:3(n-3)	0.5 ^b	0.6 ^b	0.8 ^a	0.9 ^a	0.5 ^b	0.6 ^b	0.7 ^{ab}	0.8 ^a
エイコサジエン酸	20:2(n-6)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
エイコサトリエン酸	20:3(n-6)	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
アラキドン酸	20:4(n-6)	1.0	0.7	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1
ドコサテトラエン酸	22:4(n-6)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0
ドコサペンタエン酸	22:5(n-3)	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3
ドコサヘキサエン酸	22:6(n-3)	0.2 ^b	0.2 ^b	0.3 ^b	0.4 ^a	0.3	0.3	0.4	0.5
小計		22.5	20.8	24.1	23.6	21.9	20.2	22.8	22.8
n-3系多価不飽和脂肪酸		0.8 ^c	0.9 ^c	1.3 ^b	1.5 ^a	1.0 ^b	1.0 ^b	1.3 ^{ab}	1.6 ^a
n-6系多価不飽和脂肪酸		21.7	19.9	22.8	22.1	20.9	19.2	21.5	21.2

1) 炭素数:二重結合数を記す

2) 各区 n=3

a-c:同行異符号間に有意差あり(p<0.05)

性の良いものが多い¹⁰⁾。理由を後述するが、今回暑熱対策飼料に用いた2つの食品製造副産物は、消化率が高かったと考えられるため、CP及びME摂取量が低くても増体性には差が出なかったと推察された。また、CP水準は実測値をもとに計算しているが、ME水準は実測できないため推定値をもとに計算しており、特に生菓子屑においては、実際のME水準が推定値よりも高かった可能性が考えられる。

肉用「名古屋種」は、暑熱ストレスにより、春餌付け(6月)の鶏群は、秋餌付け(10月)と比較して4~8週齢の初期増体量が顕著に低下する。我々は前報³⁾で、4~8週齢における増体量は対照区よりもCP水準の高い乾燥出汁しぼり粕給与区で高くなる傾向があることを報告した。本研究においても、4~8週齢までの増体量が、栄養水準の高い暑熱対策飼料給与区

で高くなる傾向がみられた。ブロイラーでは、5~6週齢時に屠体重の増加幅が小さくなり、血液と羽毛の重量が急増することが報告されている¹¹⁾。肉用「名古屋種」においても、初期発育時には筋肉や内臓だけでなく、造血や羽毛の発達に、タンパク質やエネルギーが多く消費されると推測される。このことから、より多くの栄養分を必要とする4~8週齢で、対照区と暑熱対策飼料給与区との増体量差があらわれたと考えられた。一方で、羽毛が生え揃い適温帯が低下すると考えられる8週齢以降については先述した通り、対照区と比べて、暑熱対策飼料給与区との増体量に増加は認められなかった。伊藤ら¹²⁾は、暑熱期のブロイラーにおいて、4週齢以降に高CP高ME飼料を給与することで、摂取量は低くなり、増体量は高くなる傾向にあることを報告しており、増体量の点では本

表7 皮付きもも肉の官能評価結果 (人)

項目	味	香り	食感	やわらかさ	総合評価
対照区	19	18	21	18	20
12 週間区	18	19	16	19	17
検 定	NS	NS	NS	NS	NS

NS:有意差なし

表8 皮付きむね肉の官能評価結果 (人)

項目	味	香り	食感	やわらかさ	総合評価
対照区	18	20	19	15	19
12 週間区	19	17	18	22	18
検 定	NS	NS	NS	NS	NS

NS:有意差なし

表9 1羽あたりの経済性試算(4~18 週齢)

試験区	売上価格(円)	飼料費(円)	収支差額(円)
対照区	1495	763 ^a	732 ^b
4 週間区	1536	743 ^a	793 ^a
8 週間区	1517	690 ^b	827 ^a
12 週間区	1511	654 ^c	857 ^a

a-c:同列異符号間に有意差あり($p<0.05$)

研究の結果と異なった。これは、地鶏では飼料中の CP に対する増体量の反応がブロイラーに比べて鈍い傾向がみられる¹⁰⁾ことと、地鶏はブロイラーに比較して飼養密度が低く活発に動き回るため、週齢に伴い維持エネルギーの消費も大きくなることから、対照区より高栄養飼料を給与しても、体重増加につながらなかったと考えられた。また、各暑熱対策飼料給与区の間にも増体量に有意差はみられなかった。よって、暑熱対策飼料の給与期間による増体量への影響は少ないと考えられた。

全区で同じ大雛用飼料を給与した 16~18 週齢については、増体量が同時期の標準性能と比較して全体的に悪く、特に暑熱対策飼料の給与期間が長い 8 及び 12 週間区で低い値となった。これは、16 週齢となる 8 月末以降、最低温度が 25°C を下回る日がほとんどなく、長引く暑熱ストレスの影響を受けたことに加え、栄養成分量が大幅に下がる飼料への切り替えにより、飼料摂取量が低下した結果と推察された。

生存率については、各区の間に有意差はなかったものの、試験期間中のへい死は全体で 5 羽発生し、そのどれもが 8 月中旬以降であった。日中の高温に加え、8 月以降は最低気温が 25°C を下回る日が少なく、暑熱ストレスの蓄積が影響したと考えられた。

食品製造副産物の多くは、一般的に利用される飼料原料に比較して油分が多い¹⁰⁾ため、各部位の歩留まり、発育度合、脂肪酸蓄積量、色素沈着度合、肉締まり及び食味に影響する可能性がある。このため産肉性調査で、生体重に対する各部位重量割合、肉色、ドリップロス率及び脂肪酸組成を評価した。その結果、正肉、心臓、肝臓及び腹腔内脂肪については各区の間に有意差は認められず、これらの部位が正常に発育していることが確認できた。肉用「名古屋種」では、ME

水準の高い飼料を給与すると、腹腔内脂肪の蓄積が増える²⁾ことがあるが、今回の調査では、この傾向は確認できなかった。暑熱ストレスにより、摂取量低下状態であるうえ、排熱のためのエネルギー消費も多いことから、蓄積されることなく体内で消費されたと考えられた。筋胃については、対照区よりも 8 週間区及び 12 週間区が小さかった。筋胃はニワトリが摂取した飼料を物理的に破碎し、消化を助ける機能を持つが、ブロイラーに加熱加工し消化性を高めた飼料を給与すると、非加熱加工飼料と比較して筋胃が小さくなる¹²⁾。今回用いた 2 つの食品製造副産物はどちらも加熱処理を経たものであり、筋胃で破碎しやすく消化がし易かったことから、対照区よりも 8 週間区及び 12 週間区の筋胃発達度合いが低かったと推察された。本研究は平飼い飼育下での試験であり、鶏糞に関する調査などは実施していないが、暑熱対策飼料給与区で飼料摂取量が低下することから、鶏糞排泄量や臭気等の低下が期待される場所であり、今後更なる検証が必要である。

もも肉及びむね肉の肉色及びドリップロス率も各区の間に有意差はなく、食品製造副産物を用いたことによる色素沈着や肉締まりの変化は認められなかった。各種脂肪酸について、DHA は n-3 系多価不飽和脂肪酸の中でも特に出汁しぼり粕に特徴的な脂肪酸であるが、前報³⁾では 4~12 週齢の乾燥出汁しぼり粕給与による DHA 割合の増加は認められなかった。本研究においては、12 週間区でもも肉の DHA 割合の有意な増加がみられたが、これは前報における最長給与期間の 8 週間よりもさらに 4 週間長く給与したこと、脂肪分の多い生菓子屑を同時給与することで、出汁しぼり粕由来以外の脂肪酸が豊富に供給され発育等のエネルギー源になった結果、分解されずに残存する DHA が多くなったと考えられた。むね肉の DHA 割合が高まらなかったのは、むね肉への脂

肪蓄積量はもも肉に比較して低く、相対的に脂肪酸移行量も少なくなることが理由として考えられた。

食味官能評価については、すべての調査項目に有意差はなく、本研究の添加量と給与期間であれば、食品製造副産物の給与は、肉用「名古屋種」のもも肉及びむね肉の食味に影響しないことを明らかにした。また、前報³⁾で乾燥出汁しぼり粕を原物重量比 6%配合した飼料の給与後、出荷前 6 週間(12~18 週齢)の無給与期間を設ければ、魚臭さが肉に移行し品質を損なう恐れが少ないことを明らかにしている。しかし本研究で、原物重量比 5%配合した飼料給与後の無給与期間が 2 週間(16~18 週齢)であっても、食味に影響を及ぼす恐れが少ないことが示唆された。

経済性については、売上価格、飼料費及び収支差額で評価した。売上価格は 18 週齢時の平均体重を反映したものであり、各区の間に有意差は認められなかった。飼料費は、各飼料の摂取量に飼料単価を乗じて求めたコストである。一般的に用いられる飼料原料で高 CP 高 ME 飼料を製造すると、通常飼料と比較して高額になる。しかし、本研究における食品製造副産物を用いた暑熱対策飼料は、1 kgあたり 72.2 円であり、市販中雛用飼料の 75 円と比較して安価であるため、暑熱対策飼料給与区では飼料摂取量の低下も相まって飼料費が低下した。給与期間が最も長く、かつ飼料摂取量の最も少なかった 12 週間区は、対照区と比較して 14%も飼料費が抑えられた。収支差額についても同様に、暑熱対策飼料の給与期間が長くなるにつれ、増体量は維持しつつ飼料摂取量が低下するため、差額が大きくなる傾向があった。対照区と比較して、12 週間区は 1 羽あたりの収支が 17%も改善した。

以上のことから、暑熱期において、4週齢以降の肉用「名古屋種」に乾燥出汁しぼり粕及び生菓子屑を混合した高CP高ME飼料を給与すると、発育性や産肉性を維持しつつ、飼料摂取量が抑えられ、また給与期間が長いほど飼料要求率が改善し、慣行飼料より安価であることから経済性が優れることが明らかとなった。よって本手法は、肉用「名古屋種」の飼養管理において暑熱による経済的被害の緩和に有効である。

引用文献

1. 伊藤香葉, 八木健, 本多芙友子, 岡田浩子, 高橋圭二, 脇雅之. ブロイラーにおける肥育ステージごとの精密栄養管理による暑熱適応技術. 千葉県畜産総合研究センター研究報告. 19, 7-15(2019)
2. 大口秀司, 美濃口直和, 沼田正純, 中村明弘. 新肉用名古屋コーチン飼養管理マニュアル. 愛知. p.4-8(2019)
3. 小林慧三, 桑原正樹, 中村明弘, 宮川博充. 乾燥調製した出汁しぼり粕の給与が肉用名古屋種の生産性及び肉質に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 55, 73-76(2023)
4. 鶏病研究会. 採卵鶏とブロイラーの暑熱対策. 鶏病研究会報. 51(1), 1-10(2015)
5. 阪谷美樹. 暑熱ストレスが産業動物の生産性に与える影響. 産業動物臨床医誌. 5, 238-246(2015)
6. 古川秀子. おいしさを測る 食品官能検査の実際. 幸書房. 東京. p.21-22(1994)
7. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.(2022)
8. 嶋田正和, 阿部真人. Rで学ぶ統計学入門. 東京化学同人. 東京. p.92-95, 200-202(2017)
9. 奥村純市, 田中圭一. 動物栄養学. 朝倉書店. 東京. p.175-184(1995)
10. 農業・食品産業技術総合研究機構. 日本飼養標準・家禽(2011年版). 中央畜産会. 東京. p.62-63,76-77(2012)
11. 板東成治, 富久章子, 吉岡正二, 松長辰司, 笠原猛. ブロイラーの発育性及び3週齢以降の産肉性の推移. 徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究所研究報告. 11, 34-41(2012)
12. 古瀬充宏. ニワトリの科学. 朝倉書店. 東京. p.30(2014)