

目 次

一般論文

【肉用牛】

肥育前期粗蛋白質増給および早期出荷が黒毛和種去勢肥育牛に及ぼす影響（第 1 報）
木村 萌・大山 真二 ----- 1

【乳用牛】

トウモロコシ子実を活用した TMR 給与試験（第 1 報）
井上 優子・廣津 美和・森 弘 ----- 6

乳酸発酵焼酎粕を活用した発酵 TMR 給与が乳生産性に及ぼす影響
森 弘・井上 優子・廣津 美和 ----- 1 0

笹サイレージを活用した発酵 TMR が乳生産性に及ぼす影響
森 弘・佐藤 涼花 ----- 1 3

トウモロコシ子実サイレージとエノキダケ菌床を用いた発酵 TMR の搾乳牛への給与技術
森 弘・井上 優子・廣津 美和 ----- 1 7

【飼料草地・病害虫】

飼料作物奨励品種選定試験（令和 5 年度） 1．トウモロコシ
井上 優子・黒木 邦彦・廣津 美和 ----- 2 2

飼料作物奨励品種選定試験（令和 5 年度） 2．ソルガム
井上 優子・黒木 邦彦・廣津 美和 ----- 2 7

飼料用トウモロコシにおけるツマジロクサヨトウの防除技術の検討
井上 優子・黒木 邦彦・廣津 美和 ----- 3 1

【養豚】

中ヨークシャー交雑種の肥育管理技術の検討
壺岐 侑祐・高橋 京史・岩切 正芳・竹之山 慎一 ----- 4 0

中ヨークシャー種の繁殖能力試験	
岩切正芳・高橋京史・壺岐侑祐・岐本博紀	4 5
子豚の離乳時体重の違いが発育に及ぼす影響と低体重離乳子豚の発育改善方法の評価	
高橋京史・壺岐侑祐・岩切正芳・岐本博紀	5 0
【養鶏】	
九州ロード飼養管理指標に基づく実証試験	
堀之内正次郎・原好宏	5 4
みやざき地頭鶏種鶏群の改良（第 6 報）	
齋藤貴祥・太田錬	5 9
【環境衛生】	
地域資源を活用したアミノ酸バランス改善飼料の給与が肥育豚生産に及ぼす影響	
三角久志・甲斐敬康	6 4

肥育前期粗蛋白質増給および早期出荷が 黒毛和種去勢肥育牛に及ぼす影響（第1報）

木村 萌・大山 真二

Effects of Early Protein Feeding and Early Shipment on Black Japanese Castrated Fattening Cattle (Vol.1)

Moe KIMURA, Shinji OYAMA

＜要約＞黒毛和種去勢肥育牛において、肥育前期に給与濃厚飼料中の粗タンパク質（以下 CP）含量を高め、26 ヶ月齢で出荷した場合の影響を検討した。試験区において肥育期間の日増体量が対照区より高い値を示し、肥育期間中の発育向上が示唆された。枝肉成績は胸最長筋面積において、試験区が対照区に比べ高い傾向を示した。また、コスト面では 30 ヶ月齢まで肥育した場合に比べ、飼料費を約 11 万円削減できた。

近年、輸入穀物価格は高騰しており、それらを主原料とした濃厚飼料を多給する肥育経営では、飼料費が増大し厳しい経営環境におかれている。その様な中、生産効率向上につながる早期出荷技術の確立が求められる一方、早期出荷肥育は、慣行肥育に比べ枝肉重量や肉質が劣る傾向にあり、早期出荷技術の解決すべき課題となっている。

山崎（1991）の産肉生理理論によると骨格や筋肉は育成期から肥育前期に特に発達する。この時期に蛋白質を十分量給与し、骨格および筋肉を十分発達させることは枝肉重量や筋肉量を確保する上で重要である。

そこで本研究では、肥育前期に濃厚飼料中の CP 含量を高め、26 ヶ月齢で出荷した場合の肥育成績および枝肉成績に及ぼす影響について検討した。

試 験 方 法

1 試験区分

供試牛は、当场で生産された黒毛和種去勢子牛 3 頭および市場から導入した去勢子牛 5 頭の計 8 頭を用いた。供試牛の血統および肥育開始と終了年月日を表 1 に示した。処理区は、場内の慣行で

飼養し 26 ヶ月で出荷する対照区（n=4）、肥育前期給与飼料中の粗蛋白含量を 13%に設定し、26 ヶ月齢で出荷する試験区（n=4）の 2 区とした（表 1）。なお、場内慣行飼養の肥育前期給与飼料における粗蛋白含量は 11%である。肥育ステージの区分は、肥育開始から 13 ヶ月齢を肥育前期、14 ヶ月齢から 22 ヶ月齢を肥育中期、そして 23 ヶ月齢以降（出荷まで）を肥育後期とした。

表 1 供試牛の血統および肥育時期

区分	種雄牛	生年月日	試験開始 年月日	試験終了 年月日
試験区	美徳国	R3.6.15	R4.5.10	R5.8.28
試験区	勝美利	R3.6.24		
試験区	満天白清	R3.7.09		
試験区	勝美利	R3.7.12		
対照区	愛日向	R3.5.25		
対照区	耕富士	R3.6.09		
対照区	満天白清	R3.7.09		
対照区	勝美利	R3.8.02		

表 2 処理区分

処理区	頭数 (頭)	肥育開始 月齢	肥育終了 月齢	飼養管理
試験区	4	10	26	肥育前期の CP 含量を 13%に増給
対照区	4	10	26	場内慣行

2 給与飼料および給与方法

濃厚飼料は全期間を通して主に市販の肥育用配合飼料を用い、試験区、対照区ともに肥育前期のみ大豆粕の給与を行った。粗飼料は前期にチモシー、中期および後期に稲わらを給与した。各飼料の一般成分を表 3 に示した。

表 3 飼料の一般成分

(単位：%)

区分	DM	CP	TDN
配合飼料	87.0	10.5	74.0
大豆粕	88.2	51.1	87.0
チモシー	85.9	10.1	62.6
稲わら	88.6	10.5	42.3

素 (UN)、総コレステロール (T-cho)、無機リン (iP) およびビタミン A (VA) の分析は、株式会社リンテックに委託した。

5) 枝肉成績：(社) 日本食肉格付協会の格付成績を用いた。

3 飼養管理

試験開始前 3 週間の予備飼育期間中に全頭、除角と鼻環装着を行い、約 8 m² の牛房で単飼による個別給餌で飼養した。

飼料給与時刻は 9 時および 16 時の 2 回とし、水は自由摂取とした。なお、牛床はコンクリート床にのこくずを敷き天井から直下型ファンで送風し、その他は当場の通常管理とした。

4 調査項目

- 1) 体重：4 週ごとに 13 時から測定した。
- 2) 体型：12 週ごとに体重測定後、体高、体長、胸囲、腹囲を測定した。
- 3) 飼料摂取量および養分要求率：濃厚飼料摂取量は毎日、粗飼料摂取量は週ごとに測定した。養分要求率の基礎となる栄養価は、日本標準飼料成分 (2009 年版) を用いた。
- 4) 血液：12 週ごとに、頸静脈から真空採血管を用いて採取した。採取した血液は直ちに遮光保冷し、遠心分離 (4℃, 1870×g, 15 分) 後血清を採取して、分析まで -30℃ で凍結保存した。各血液成分 (総タンパク質 (TP)、アルブミン/グロブリン (A/G) 比、ガンマ-グルタミルトランスペプチダーゼ (GGT)、尿素窒

5 統計解析

得られたデータの解析は、スチューデントの t 検定を用いて行った。

試 験 結 果

1 発育および増体成績

表 4 に肥育開始時の体型、表 5 に肥育終了時の体型を示した。肥育開始時の体型は、対照区がやや大きいものの、有意な差はなかった。図 1 に体重の推移を示した。肥育開始から 32W までは同程度で推移していたものの、32W 以降は試験区が大きい値を示した。

肥育終了時の体重は試験区が 774.0 kg、対照区が 760.5 kg であり、試験区が高い値を示した。

肥育各期間中の DG を表 6 に示した。各期間において、試験区対照区間の日増体量に差はないものの、肥育期間全体では試験区が 0.91 kg/日、対照区が 0.86 kg/日であり、試験区で有意に大きくなった。

表 4 開始時の体型

(単位：日、kg、cm)

区分	日齢	体重	体高	体長	胸囲	腹囲
試験区	314.0 ± 11.0	346.0 ± 37.7	121.8 ± 3.0	136.1 ± 3.8	165.3 ± 6.6	188.5 ± 9.6
対照区	317.8 ± 26.7	354.0 ± 19.9	125.4 ± 3.3	138.6 ± 2.1	165.5 ± 4.6	190.8 ± 7.8

表 5 終了時の体型

(単位：日、kg、cm)

区分	日齢	体重	体高	体長	胸囲	腹囲
試験区	789.0 ± 11.0	774.0 ± 46.2	140.0 ± 4.9	164.7 ± 5.1	234.0 ± 7.0	256.8 ± 4.1
対照区	792.8 ± 26.7	760.5 ± 11.3	142.3 ± 2.7	167.3 ± 2.1	228.3 ± 2.6	250.3 ± 2.9

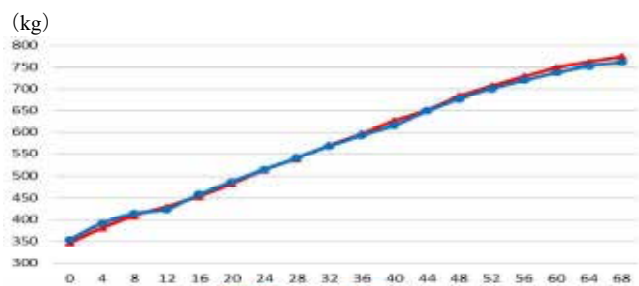


図1 体重の推移

表6 日増体量

項目	試験区	対照区	(kg/日)
前期	0.98 ± 0.05	0.95 ± 0.07	n.s.
中期	0.95 ± 0.07	0.9 ± 0.04	n.s.
後期	0.48 ± 0.13	0.44 ± 0.16	n.s.
全期間	0.91 ± 0.02	0.86 ± 0.02	*

* : $P < 0.05$

n.s.: 有意差なし

2 飼料摂取状況

表7に肥育前期の濃厚飼料および粗飼料の摂取量を示した。濃厚飼料摂取量は、CP 含量増加を目的とした大豆粕増給を行った試験区において、すべての項目で対照区よりも高い値を示した。粗飼料摂取量は、すべての項目において両区間に差はなかった。

表8に肥育全期間の飼料摂取量を示した。濃厚飼料摂取量は肥育前期ではすべての項目において

差があったものの、肥育期間全体の摂取量は差がない結果となった。粗飼料摂取量も両区間に差はなかった。

肥育各期間の飼料要求率を表9に示した。肥育期間における飼料要求率は試験区が 91.88 g/kg、対照区が 81.3 g/kg であり、各期間および肥育全期間において両区間に有意な差はないものの、すべての期間で試験区が大きい値を示した。

表7 肥育前期の飼料摂取量

(単位: kg)

区分	濃厚飼料			
	原物	DM	CP	TDN
試験区	882.8 ± 6.9 ^A	768.4 ± 6.0 ^A	91.1 ± 0.7 ^A	574.9 ± 4.5 ^a
対照区	811.4 ± 17.9 ^B	704.7 ± 17.3 ^b	83.6 ± 2.0 ^B	536.6 ± 22.1 ^b

区分	粗飼料			
	原物	DM	CP	TDN
試験区	403.0 ± 34.8	349.4 ± 30.0	29.7 ± 2.8	197.2 ± 18.0
対照区	451.7 ± 121.3	392.2 ± 105.3	32.8 ± 8.4	219.5 ± 57.3

異符号間に有意差あり (a-b : $P < 0.05$, A-B : $P < 0.01$)

表8 肥育全期間の飼料摂取量

(単位: kg)

区分	濃厚飼料			
	原物	DM	CP	TDN
試験区	3912.7 ± 101.4	3404.4 ± 88.2	367.8 ± 9.3	2525.6 ± 65.3
対照区	3859.3 ± 104.3	3356.4 ± 92.2	362.0 ± 9.8	2498.8 ± 65.6

区分	粗飼料			
	原物	DM	CP	TDN
試験区	746.7 ± 53.0	653.9 ± 46.1	44.3 ± 9.3	326.0 ± 24.9
対照区	991.8 ± 266.8	870.8 ± 234.3	55.8 ± 14.6	421.9 ± 111.8

表9 飼料要求率

項目	試験区	対照区	有意差
前期	106.20 ± 5.07	105.92 ± 11.83	n.s.
中期	92.65 ± 4.72	83.47 ± 7.53	n.s.
後期	51.59 ± 15.04	40.99 ± 14.94	n.s.
全期間	91.88 ± 1.43	84.36 ± 7.21	n.s.

n.s.: 有意差なし

3 血液性状

表 10 に肥育期間中の血液性状を示した。本研究で調査した血液成分（TP、A/G 比、GGT、UN、T-cho および VA）に、処理区間差は認められなかった。

4 枝肉成績

表 11 に枝肉成績を示した。枝肉重量は肥育終了時体重と同様に対照区に比べて試験区が大きい傾向にあった。胸最長筋面積は試験区 64.3 cm²、対照区が 58.3 cm² となり、試験区が大きい傾向を示した。また、きめおよびしまりの結果を表 12 に示した。出荷月齢の早期化において課題とされるきめおよびしまりであるが、本試験におい

ては両区とも値の低下は見られず、供試牛全体の平均において、きめが 4.8、しまりが 4.6 という結果であった。

5 飼料コスト

肥育前期に飼料中の CP 含量を増加させ、26 ヶ月齢で出荷した場合の飼料コストと、場内の慣行飼養を行い 30 ヶ月齢で出荷した場合の飼料コストを比較した（表 13）。なお、飼料費は供試牛を飼養した令和 4 年 4 月から令和 5 年 8 月時点の単価を用いて算出した。肥育前期に大豆粕を増給することでコスト増となるが、出荷月齢の早期化により肥育後期の濃厚飼料必要量が減るため、飼料コストは約 11 万円減少した。

表 10 血液性状

項目	区分	週						
		0W	12W	24W	36W	48W	60W	出荷
TP, g/dL	試験区	6.7 ± 0.3	6.7 ± 0.4	6.9 ± 0.3	7.1 ± 0.1	6.9 ± 0.0	7.2 ± 0.2	7.1 ± 0.1
	対照区	6.4 ± 0.4	6.2 ± 0.3	6.4 ± 0.2	6.6 ± 0.3	6.6 ± 0.2	6.9 ± 0.4	6.8 ± 0.3
A/G比	試験区	1.3 ± 0.2	1.1 ± 0.2	1.1 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.0	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.1
	対照区	1.4 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.4 ± 0.1	1.2 ± 0.2	1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.1 ± 0.1
GGT, IU/L	試験区	13.5 ± 3.4	15.5 ± 3.0	18.3 ± 2.2	29.3 ± 8.7	28.8 ± 3.1	29.3 ± 3.8	21.0 ± 3.9
	対照区	15.3 ± 2.0	20.3 ± 4.1	20.5 ± 3.0	33.8 ± 12.3	28.8 ± 6.9	29.0 ± 9.6	23.0 ± 5.3
UN, mg/dL	試験区	10.6 ± 2.1	13.2 ± 3.0	13.1 ± 2.8	14.8 ± 3.9	13.5 ± 5.4	13.2 ± 1.7	13.7 ± 1.6
	対照区	10.0 ± 1.4	11.2 ± 2.9	12.7 ± 0.8	14.7 ± 0.9	14.0 ± 3.8	11.8 ± 3.1	10.7 ± 1.7
T-cho, mg/dL	試験区	120.3 ± 10.3	99.5 ± 19.3	135.3 ± 33.6	161.5 ± 19.4	154.3 ± 29.5	145.0 ± 18.7	129.5 ± 12.3
	対照区	132.8 ± 17.0	108.8 ± 22.9	144.8 ± 20.2	164.8 ± 10.0	176.5 ± 6.5	149.0 ± 14.6	141.8 ± 22.1
VA, IU/dL	試験区	77.0 ± 5.3	72.3 ± 6.3	57.7 ± 20.3	47.4 ± 15.8	43.8 ± 16.6	38.5 ± 11.5	60.5 ± 21.9
	対照区	81.6 ± 16.7	70.3 ± 15.4	67.0 ± 15.5	49.8 ± 20.0	40.3 ± 7.3	37.6 ± 11.1	56.2 ± 1.7

表 11 枝肉成績

区分	枝肉重量 (kg)	胸最長筋面積 (cm ²)	バラの厚さ (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留基準値 (%)	脂肪交雑 (BMSNo)	肉色 (BCSNo)	脂肪色 (BFSNo)
試験区	481.1 ± 32.0	64.3 ± 4.6 ^a	8.7 ± 1.0	3.2 ± 0.7	74.6 ± 0.3	8.8 ± 1.9	3.5 ± 0.5	2.0 ± 0.0
対照区	475.4 ± 10.8	58.3 ± 1.9 ^b	8.9 ± 0.5	2.8 ± 0.2	74.5 ± 0.4	7.0 ± 1.6	3.3 ± 0.4	2.3 ± 0.4

a-b : P<0.1

表 12 きめ、しまりの値

区分	きめ	しまり
試験区	4.8 ± 0.4	4.8 ± 0.4
対照区	4.8 ± 0.4	4.5 ± 0.5
全体(n=8)	4.8 ± 0.5	4.6 ± 0.5

表 13 飼料コスト

(単位：円／頭)

	粗飼料	配合飼料	大豆粕	計	差額
通常出荷	69,706	554,706	3,261	627,673	
早期出荷	64,948	440,186	8,152	513,286	-114,387

考 察

本試験は肥育前期に給与飼料中の粗蛋白割合を高め 26 ヶ月齢で出荷する飼養体系について検討した。

肥育期間中の日増体量において、肥育の各ステージでは両区に差はないものの、肥育期間全体と比較すると、試験区が対照区に対して有意に大きい値を示した。佐野ら（2013）は、肥育前期に濃厚飼料中の CP 割合を 15.9%に高めると、第一胃の発達が抑えられることにより、肥育中後期の発育が低下する結果を報告している。本試験では肥育中後期における日増体量の低下はなかったが、これは給与飼料中の CP 割合が 13%と既報より低く設定しており、これによって第一胃の発達抑制が起こらなかったためであると考ええる。日増体は肥育期間を短縮する早期出荷技術において収益につながる重要な数値である。肥育前期に CP 含量を高めることによって日増体量が増加すれば、出荷月齢を早期化しても枝肉重量が低下せず、収益減少を防ぐことが出来る。

肥育前期の飼料摂取量では、CP 含量増加を目的として大豆粕の増給を行った試験区が、摂取 CP を含めたすべての項目において有意に高い値を示した。一方、肥育期間全体では両区間に飼料摂取量の差はなかった。肥育期間中における試験区の濃厚飼料摂取量は 3.9 t/頭となっており、これは慣行肥育体系の飼料摂取量と比較すると低い水準である。既報では、早期出荷であっても肥育期間中の総飼料摂取量を 30 ヶ月出荷と同等とすることで、枝肉重量も通常出荷と同程度の値が得られている（岩手県 2017）。肥育期間の短い早期出荷では、いかに飼料摂取量を維持し、増体を高い水準で保つかかが課題であると言える。

枝肉成績では、胸最長筋面積において試験区が高い傾向を示したものの、その他の形質においては差がない結果となった。出荷月齢を早期化することは、枝肉重量の低下につながる（家畜改良センター 2022）が、本試験の試験区は、枝肉重量が 481.1 kg と県平均に及ばない値となっている。

肥育前期の CP 含量を高めるだけでは十分な枝肉重量を得ることが難しい結果となった。先述の通り、肥育期間中の飼料摂取量を増加させることが、枝肉重量の改善につながると考える。一方で、早期出荷の課題である肉質においては、BMS、しまりおよびきめにおいて数値の低下は見られなかった。既報では早期出荷牛における、しまりおよびきめの低下が見られる例（佐野ら 2013）と見られない例（岩手県 2017）がある。本試験においてはきめ、しまりの低下はなかったものの、両区間に差がないことから、肥育前期 CP 増給の影響ではなく、血統や改良の影響によるものと考えられる。

飼料コストについて、肥育前期に粗蛋白質強化を行い 26 ヶ月齢で出荷する場合と慣行飼養を行い 30 ヶ月齢で出荷する場合の飼料コストを比較すると、約 11 万円の削減となった。

以上より、肥育前期に給与飼料中の粗蛋白割合を高め 26 ヶ月齢で出荷する飼養体系は、枝肉重量が県平均に及ばないものの、肥育期間中の発育が向上し、飼料コストが通常肥育に比べて削減出来る可能性が示唆された。今後は、給与体系を見直し、総飼料摂取量を増加させることで枝肉重量の向上に取り組む必要がある。

文 献

- 山崎敏雄．肉牛の産肉生理と合理的な肥育様式
 (3)．肉牛ジャーナル．4, 54－59 (1991)
 独立行政法人農業技術研究機構編：日本標準飼料成分表(2009 年版)
 佐野敏幸，清健太郎，渕政広，大橋秀一．2013．
 黒毛和種大型種雄牛産子の去勢牛の肥育期における高粗蛋白濃厚飼料の給与が増体重に及ぼす影響．愛知県農業総合試験場研究報告
 45, 79-84.
 岩手県農業研究センター畜産研究所．2017．黒毛和種肥育期間短縮のための飼料給与体系の確立．岩手県農業研究センター試験研究成果書（独）家畜改良センター．枝肉成績とりまとめ（令和4年度）．2022.

トウモロコシ子実を活用した TMR 給与試験

井上 優子¹⁾・廣津 美和・森 弘¹⁾ 西諸県農林振興局

Fermentation TMR salary test utilizing Grain Corn

Yuko INOUE, Miwa HIROTSU, Hiromu MORI

＜要約＞飼料コスト低減を目的として、場内で生産された飼料用トウモロコシから収穫したトウモロコシ子実（以下、トウモロコシ子実）を用いて発酵 TMR 調製し、ホルスタイン種泌乳中後期牛への乳生産性への影響について調査した結果、乾物摂取量及び乳生産性に影響はなく、約 3% の飼料コスト低減を図ることが可能であることが示唆された。

近年、担い手の高齢化や人口減少により、酪農家戸数は平成 24 年度以降年々減少しており、生産基盤は弱体化している。さらに、近年は異常気象や新型コロナウイルスおよび世界情勢の影響による配合飼料等の高騰により、廃業や経営転換等を考える農家も少なくはない。

国産トウモロコシ子実を利用することにより飼料コストの低減が期待できる。また、発酵 TMR として給与することにより日々の飼料管理の省力化が期待できる。そこで、本試験ではトウモロコシ子実を活用した発酵 TMR 給与試験を行うことにより、ホルスタイン種泌乳中後期牛の乳生産性への影響を調査した。

試 験 方 法

1 試験方法及び試験期間

試験方法は 1 期 14 日間の 3 期間とシクロスオーバー法（表 1）で行った。各期の 1 日目～11 日目を馴致期間とし、12 日目～14 日目を試験期間とした。試験は、令和 5 年 11 月 30 日～令和 6 年 1 月 10 日に実施した。

表 1 試験区分

牛番号	1期 11/30～12/13	2期 12/14～12/27	3期 12/28～1/10
45 54	子実給与区	対照区	子実給与区
48 49	対照区	子実給与区	対照区

2 供試牛及び試験区分

供試牛は、場内で飼養しているホルスタイン種搾乳牛 4 頭を用いた。平均産次数は、 2.3 ± 0.4 産、試験開始時の平均搾乳日数は、 161 ± 48 日であった。

試験区分は各牛群 2 頭とし、トウモロコシ子実を混合した発酵 TMR を給与した区（以下、子実給与区）と購入したトウモロコシ圧ペンを混合した発酵 TMR を給与した区（以下、対照区）の 2 区で試験を行った。

トウモロコシ子実については、場内で生産したものをフレコンラップ法で保存し、TMR 調製前日に粉碎したものを材料として使用した。発酵 TMR の給与においては、調製後約 1.5 か月以上発酵したものを使用した。

発酵 TMR の配合割合、飼料成分及び飼料費を表 2 に示した。配合割合については、トウモロコシ圧ペンの代替としてトウモロコシ子実を活用し、各区の飼料成分が同様になるよう調整を行った。また、飼料費は、トウモロコシ子実を活用することで 1 日 1 頭あたり約 3% のコスト低減を図ることが可能であった。

表 2 配合割合、飼料成分及び飼料費

飼料名	乾物%	
	対照区	子実給与区
トウモロコシサイレージ	15.90%	15.44%
イタリアンヘイレージ	18.42%	17.89%
配合飼料	23.93%	23.24%
大豆粕	2.39%	2.32%
トウモロコシ圧ペン	2.39%	0.00%
子実コーンサイレージ	0.00%	5.23%
ビートパルプ	9.57%	9.30%
マメ科牧草	9.57%	9.30%
イネ科牧草	14.36%	13.94%
炭カル	1.53%	1.49%
リンカル	1.53%	1.49%
マグネシウム	0.38%	0.37%
飼料成分		
DM（原物%）	47.10%	51.40%
CP	20.00%	18.64%
TDN	59.63%	59.91%
飼料費（円/日/頭）	1,275	1,236

3 調査項目

（1）乾物摂取量

TMR を各試験期間 12～14 日目の午後 4 時と翌日午前 9 時に分けて給与し、各群の残餌を翌日午後 4 時に重量計測した後、給与飼料及び残飼の乾物率を 60℃ で恒量になるまで通風乾燥し求めた。各期 3 日間の給与時及び残餌計測時の乾物率を乗じたものを差し引き、その期間の乾物摂取量とした。

（2）体重、BCS 及び血液成分

試験牛の体重、BCS 及び血液成分は、本試験各期間の 14 日目に測定及び採血を行った。

血液成分については、採取後速やかに遠心分離し、血清を用いて富士ドライケムで、グルコース（以下 Glu）、総コレステロール（以下 T-cho）、総タンパク（以下 TP）、尿素窒素（以下 BUN）、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ（以下 GOT）、γ-グルタミルトランスフェラーゼ（以下 GGT）、アルブミン（以下 ALB）について測定を行った。

（3）乳量及び乳成分

乳量については、各試験期間 12～14 日目における乳量を個体毎に 8 時 30 分と 16 時の 2 回の搾乳時に計量し、1 日の乳量とした。

また乳成分については、各試験期間 12～14 日目のいずれかにおける 8 時 30 分と 16 時の 2 回の搾乳時に採材し、乳成分とした。なお乳成分の分析はミルコスキャンによる外部委託とした。

4 統計処理

EZR を使用した（Kanda Y 2013）。BCS、乳量および乳成分の体細胞についてはマンホイットニーの U 検定、その他の項目はスチューデントの T 検定で統計処理を行った。

クロスオーバー法の統計手法は、線系モデルに反復時の固体効果を入れて行う。

試 験 結 果

1 飼料摂取量

乾物摂取量を図 1 に示した。

試験区間に有意差は認められなかった。

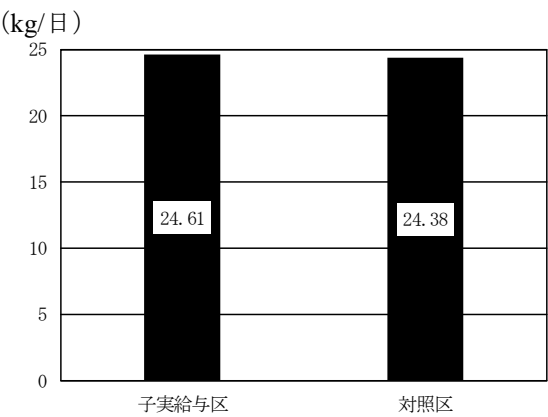


図 1 乾物摂取量

2 体重及び BCS の推移

試験期間中の平均体重及び BCS の推移を図 2、3 に示した。

体重及び BCS に大きな変化は無く、各期における各区間に有意差は認められなかった。

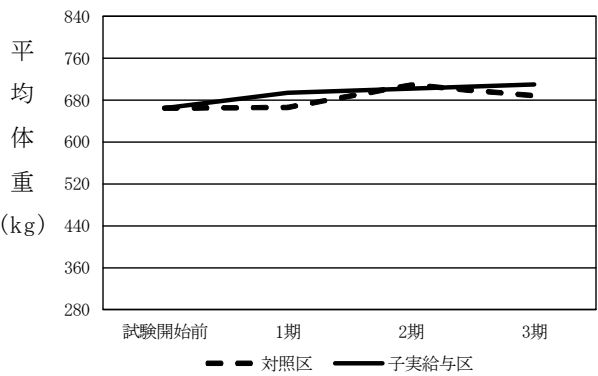


図 2 平均体重の推移

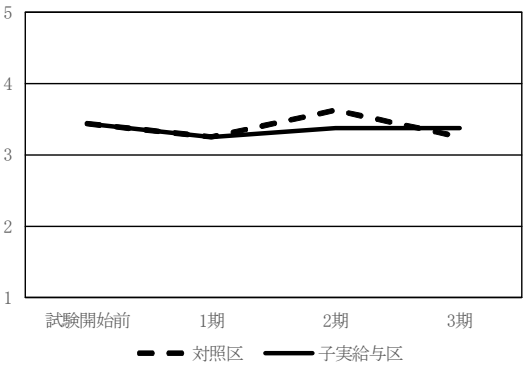


図 3 平均 BCS の推移

3 血液成分

血液性状を表 3 に示した。

T-cho において、対照区 198.7mg/l、子実給与区 209.0mg/l と子実給与区で有意に高かったが、各区とも標準値内であった。

その他の血液成分についてもほぼ正常値の範囲内で、各区間に有意差は認められなかった。

表 3 血液性状

	対照区	子実給与区
Glu*	77.3±6.1	74.5±5.0
T-cho*	198.7±27.6 ^a	209.0±25.9 ^b
TP**	8.1±0.7	8.0±0.4
BUN*	7.9±1.1	7.6±1.9
GOT***	67.0±5.1	67.3±8.6
GGT***	46.3±4.2	43.0±3.2
ALB**	3.9±0.2	3.8±0.1

*:mg/l **:g/dl ***:U/l

異符号間に有意差あり (p<0.05)

4 乳量及び乳成分

乳量を図 4、乳成分を表 4 に示した。

乳量は、子実給与区 31.28kg、対照区 30.29kg となり、各区間に有意差は認められなかった。

乳成分においても、各区間に有意差は認められなかった。

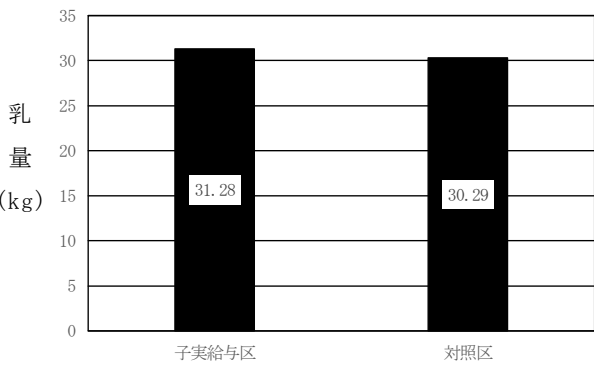


図 4 乳量

表 4 乳成分

	対照区	子実給与区
乳脂肪率(%)	3.6±0.5	3.6±0.5
乳蛋白質(%)	3.5±0.1	3.4±0.1
乳糖(%)	4.6±0.1	4.6±0.1
無脂固形率(%)	8.9±0.1	8.9±0.1
全固形率(%)	12.5±0.5	12.5±0.6
MUN(mg/dl)	8.5±1.8	7.7±1.2

参 考 文 献

Kanda Y.2013.Investigation of the freely Available easy-to-use software ‘EZR’ for medical statistics.Bone Marrow Transplant.2013.48,452-8.

考 察

飼料価格の高騰が続いている中、コスト低減を図るうえでトウモロコシ子実を利用することが想定されたことから、今回の試験を行った。

泌乳中後期搾乳牛への給与では T-cho で子実給与区が有意に高い結果となったが正常値の範囲内であり、乾物摂取量や乳生産性については差が見られなかったことから、トウモロコシ子実を活用することで搾乳中後期牛の乳生産性に問題なく利用することが可能であり、飼料コストの低減を図ることができることが示唆された。

しかし、今後生産現場での利用については、年間の TMR の原料となるトウモロコシ子実の量や質の安定的供給、保管方法について十分検討した上で活用する必要がある。

謝 辞

今回のトウモロコシ子実を活用した発酵 TMR の給与試験を実施するにあたり、ご協力いただいたヤンマーアグリジャパンの皆様に感謝申し上げます。

乳酸発酵焼酎粕を活用した発酵 TMR 給与が 乳生産性に及ぼす影響

森 弘・井上 優子¹⁾・廣津 美和

¹⁾ 西諸県農林振興局

Effect of feeding fermented total mixed ration (TMR) using
lactic acid fermented shochu lees on milk productivity

Hiromu MORI, Yuko INOUE, Miwa HIROTSU

＜要約＞乳酸菌を添加して発酵させた焼酎粕（麦焼酎）を大豆粕代替えとして現物割合 17%（乾物割合 4.9%）混合し発酵 TMR を作成した区（以下、焼酎区）と通常の発酵 TMR を給与した区（以下、対照区）で試験を行った結果、発酵 TMR の発酵品質は良好で、飼料単価は約 7% 低減された。給与試験では搾乳ロボット搾乳での TMR として活用した結果、採食性は良好で反芻時間は焼酎粕区で有意に高く、乳量についても対照区の 27.6kg/日に対して 29.3kg/日と有意に高かった。このことから乳酸発酵させた焼酎粕の発酵 TMR の利用は有効であることが明らかとなった。

ここ数年、県内で搾乳ロボットの導入が急速に進みつつあるが、導入後、飼料給与調整や牛の疾病等の問題が発生するケースが多く、計画通り乳生産が進んでいない農家もみられる。

また、飼料高騰などにより未利用資源の利用に対する関心が高まっており、県内で大量に排出される焼酎粕の利用について検討を行った。高水分である焼酎粕は保存の難しさが課題であったが、近年、乳酸発酵されることによる焼酎粕の長期保存が可能となっていることから、乳酸発酵をさせた焼酎粕を用いた発酵 TMR を給与した場合の乳生産性に及ぼす影響を検討した。

試験場飼養フリーストール及び搾乳ロボット（GEA 社 R9500LH）牛舎のホルスタイン牛 17 頭（平均搾乳日数 235.8 ± 38.3 日、平均産次 1.8 ± 0.2 ）について、馴致期間 1 週間、試験期間 2 週間として焼酎粕区、対照区の順に調査を実施した。試験期間は令和 4 年 10 月 18 日～11 月 28 日であった。

2 試験区分

試験区分はブドウ糖（0.9%）及び乳酸菌を添加して発酵させた焼酎粕（麦焼酎）を大豆粕代替えとして現物割合で 17%（乾物割合 4.9%）混合し発酵 TMR を作成した区（以下、焼酎区）と通常の発酵 TMR を給与した区（以下、対照区）で試験を行った。

発酵 TMR の給与においては、調製後約 2 ヶ月以上発酵したものを使用した。

発酵 TMR の配合割合、飼料成分及び飼料費を表 1 に示した。飼料単価は、焼酎粕を活用することで

試 験 方 法

1. 試験方法及び試験期間

現物当たり対照区の 29.9 円に対して 27.9 円と約 7% の低減を図ることが可能であった。

表 1 配合割合、飼料成分及び飼料費

飼料名	対照区	焼酎粕区
配合割合（乾物%）		
トウモロコシサイレージ	15.1	15.0
イタリアンヘイレージ	19.0	18.6
配合飼料	27.7	27.2
大豆粕	5.9	2.7
トウモロコシ圧ペン	2.4	2.3
ビートパルプ	9.9	9.7
マメ科牧草	7.1	7.0
イネ科牧草	9.9	9.7
炭カル	1.3	1.2
リンカル等	1.3	1.2
ビタミン剤	0.4	0.4
焼酎粕	—	4.9
飼料成分（DM%）		
DM	42.7	45.2
CP	17.4	15.6
aNDF	37.1	40.1
NFC	35.1	33.4
TDN	68.0	66.0
飼料単価（現物円/kg）	29.9	27.9
飼料摂取量（現物kg/日/頭）	43.6	46.9
乾物摂取量（kg/日/頭）	19	21
飼料費（円/日/頭）	1,304	1,310

購入飼料は調整時単価、自給飼料は場内生産原価、焼酎粕は現物当たり10円/kgで算出

発酵 TMR の発酵品質を表 2 に示した。

表 2 発酵 TMR の発酵品質

成分等	対照区	焼酎粕区
pH	4.36	4.45
ぎ酸 %	0.01	0.01
乳酸 %	3.89	3.35
酢酸 %	1.33	1.62
プロピオン酸 %	0.13	0.13
酪酸 %	0.01	0.02
吉草酸 %	0.01	0
VBN %	0.09	0.08
VBN（T-N中） %	7.3	7.39
Vスコア	85	83

発酵品質は、Vスコアで対照区、試験区それぞれ 85、83 点と良好で発酵品質は両区ともに良好であった。

3 調査項目

（1）飼料摂取量

成牛舎でほぼ完食の状態で給与した発酵 TMR 量を記録して飼養する頭数で除して一日当たりの摂取量とした。

（2）乳量及び乳成分

乳量については、各試験期間 15～21 日目における乳量を個体毎に計量し、1 日の乳量とした。

また乳成分については、各試験期間 20～21 日目搾乳時に採材し、搾乳毎の乳量及び乳成分から 1 日当たりの乳成分を算出した。なお乳成分の分析はミルコスキャンによる外部委託とした。

（3）統計処理

スチューデントの T 検定で統計処理を行った。

試 験 結 果

1 飼料摂取量

飼料摂取量については、個体毎の積算ではないものの焼酎粕区で高い傾向がみられレスポnderでカウントされる採食時間及び反芻時間は焼酎粕区で優位に高く採食性は良好であった。

表 3 摂取量、採食時間、反芻時間

	対照区		焼酎粕区	
TMR (DMkg)	18.6		21.2	
濃厚飼料 (DMkg)	1.2		1.2	
採食時間 (hr/日)*	3:27	A	4:04	B
反芻割合 (%)*	4:49	A	6:54	B

※平均値 ※※A, B間に $p < 0.01$

*レスポnderによるリアルタイム検知 (カスカウト:GEA社)

2 乳量及び乳成分

乳量及び乳成分を表 4 に示した。

乳量は、対照区 27.6kg、焼酎粕区 29.3kg で焼酎粕区が、有意に高かった。また、4%FMC についても焼酎粕区で有意に高かった。

乳成分においては、乳糖で焼酎粕区が高かったが、その他の成分では有意な差はなかった。

表 4 乳量及び乳成分

	対照区		焼酎粕区	
乳量 (kg/日)	27.6	± 1.80 A	29.3	± 1.85 B
4%FMC (kg/日)	27.6	± 1.70 A	29.6	± 1.70 B
乳脂肪率 (%)	4.1	± 0.18	4.2	± 0.15
乳蛋白質 (%)	3.7	± 0.09	3.6	± 0.08
乳糖 (%)	4.6	± 0.04 A	4.7	± 0.04 B
無脂固形率 (%)	9.2	± 0.11	9.2	± 0.09
全固形率 (%)	13.3	± 0.26	13.4	± 0.23
体細胞 (万/ml)	16.6	± 3.27	14.2	± 2.00
MUN (mg/dl)	18.4	± 0.65 A	14.3	± 0.41 B

※平均値 $\pm$ SE (n=17) ※※A, B間に $p < 0.01$

※※4%FMC = (0.15 × 乳脂肪率 + 0.4) × 乳量

考 察

乳酸発酵させた焼酎粕（麦焼酎）を大豆粕代替えとして混合した発酵 TMR を作成し給与することにより、発酵品質は良好であり、飼料単価は約 7%低減された。また、搾乳ロボット体系での発酵 TMR の採食性は良好であり、反芻時間も長かった。さらに、乳量も対照区に対して有意に高かった。

飼料イネ、焼酎粕濃縮液の発酵 TMR（混合飼料）調整と給与技術マニュアル(2011)では、麦焼酎粕濃縮液の TMR の混合は乾物当たり 20%でも生乳生産へは影響ないとしているが、風味や消化性から 10%程度が好ましいとしている。今回利用した焼酎粕は原液であり保存性などから乳酸発酵後の調整で乾物当たり約 5%であったことから効果的な利用につながったと思われる。

これらのことから発酵 TMR において乳酸発酵させた焼酎粕は効果的な蛋白源であることが明らかとなり、搾乳ロボット体系においての利用についても今後期待される。

謝 辞

今回の焼酎粕発酵 TMR の給与試験を実施するにあたり、協力いただきました株式会社柳田酒造の皆様に感謝申し上げます。

参 考 文 献

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センターイネ発酵 TMR
研究チーム. 2011. 飼料イネ、焼酎粕濃縮液の発酵 TMR（混合飼料）調整と給与技術マニュアル

笹サイレージを活用した発酵 TMR が乳生産性に及ぼす影響

森 弘・佐藤 涼花

Effect of fermented total mixed ration using bamboo grass silage on milk productivity

Hiromu MORI, Suzuka SATO

＜要約＞地域飼料資源の有効活用として笹サイレージを乾物当たり 4%混合して発酵 TMR に調整し、ホルスタイン種泌乳中後期牛への乳生産性への影響について調査した結果、乾物摂取量及び乳生産性に影響はなく、約 4%の飼料コスト低減を図ることが可能であることが示唆された。

近年異常気象や世界情勢の影響による配合飼料価格等の高騰により、酪農生産基盤は厳しい状況にある。このため、地域の自給飼料や未利用資源の有効利用を図り、安定した SDGs な酪農への取り組みが期待されている。このような中、本県においては、放置竹林などを解消するため、ビジネスモデルとして笹サイレージ利用の活用が図られつつあるが、搾乳牛への給与効果については明確にされていない。そこで、笹サイレージを活用した発酵 TMR 給与試験を行うことにより、ホルスタイン種泌乳中後期牛の乳生産性への影響を調査した。

試 験 方 法

1 試験方法及び試験期間

試験方法は 1 期 21 日間の 2 期間とし訓致期間 2 週間、試験期間 1 週間としてクロスオーバー法（表 1）で行った。試験期間は、令和 6 年 6 月 6 日～令和 6 年 7 月 19 日に実施した。

表 1 試験区分

牛番号	1期	2期
	R6 6/6～6/27	6/28～7/19
69 71	笹給与区	対照区
68 70	対照区	笹給与区

2 供試牛及び試験区分

供試牛は、場内で飼養しているホルスタイン種搾乳牛 4 頭を用いた。平均産次数は 1.5 ± 0.29 産で、試験開始時の平均搾乳日数は、 180.7 ± 31.2 日であった。

試験区分は各牛群 2 頭とし、ビートパルプの代替えとして乾物当たり約 4%混合した発酵 TMR を給与した区（以下、笹給与区）とビートパルプを混合した発酵 TMR を給与した区（以下、対照区）の 2 区で試験を行った。

なお、笹サイレージについては株式会社大和フロンティアで生産された粉碎した竹を乳酸発酵した笹サイレージを使用した。

表 2 に笹サイレージの飼料成分を示した。

表 2 笹サイレージの飼料成分 (DM%)

	水分	CP	EE	NFE	CF	CA
笹サイレージ	51.1	3.6	1.5	34.2	57.0	3.7
ビートパルプ	11.5	9.6	1.0	64.3	19.5	5.7

※ビートパルプは日本標準飼料成分表（2009年版）

笹サイレージは NFE を 34.2% 含み、CF はビートパルプに比べて高い値であった。

写真 1 に笹サイレージのパーティクルセパレーターによる分画を示した。裁断長は細かく 1.2mm 以上 8mm 未満の画分が全体の 86.1% を占めていた。



写真 1 笹サイレージのパーティクルセパレーターによる分画

発酵 TMR の配合割合、飼料成分及び飼料費を表 3 に示した。

配合割合については、笹サイレージを活用して、各区の飼料成分が同様になるよう調整を行った。また、給与量から算出された発酵 TMR の飼料費は、対照区に対して 1 日 1 頭あたり約 4% のコスト低減を図ることが可能であった。

発酵 TMR の給与時点の発酵品質を表 4 に示した。

作成後約 2 ヶ月を経過していた開封後の、V スコアは酪酸の検出もあり両区とも 60 未満であったが同等の値であったが、混合時点の笹サイレージの V スコアは 96 点であり発酵 TMR での笹サイレージの利用は品質上問題ないと判断された。

3 調査項目

(1) 乾物摂取量

TMR を各試験期間 12～14 日目及び 19～21 日目の午後 4 時と翌日午前 9 時に分けて給与し、各群の残餌を翌日午後 4 時に重量計測した後、給与飼

料及び残餌の乾物率を 70℃ で恒量になるまで通風乾燥し求めた。各期 3 日間の給与時及び残餌計測時の乾物率を乗じたものを差し引き、その期間の乾物摂取量とした。

表 3 配合割合、飼料成分及び飼料費

飼料名	対照区	笹給与区
配合割合 (乾物%)		
トウモロコシサイレージ	11.7%	11.9%
イタリアンヘイレージ	21.4%	21.7%
配合飼料	17.6%	17.9%
大豆粕	3.5%	3.6%
トウモロコシ圧ベン	3.5%	3.6%
ビートパルプ	5.3%	0.0%
マメ科牧草	10.6%	10.7%
エン麦ヘイレージ	22.7%	23.0%
炭カル	1.1%	1.1%
リンカル	1.1%	1.1%
ビタミン剤	0.2%	0.2%
添加剤等	1.2%	1.2%
笹サイレージ	0.0%	3.9%
飼料成分 (DM%)		
DM	37.6%	37.5%
C P	17.3%	16.6%
a N D F	42.2%	45.4%
NFC	27.5%	25.1%
T D N	65.0%	64.0%
飼料費 (円/日/頭)	1,469	1,411

※笹サイレージ40.9円/kgで算出

表 4 発酵品質(乾物中)

成分等	対照区	笹区	笹S※
pH	4.24	4.29	4
ギ酸 %	0	0	0
乳酸 %	11.92	11.76	1.7
酢酸 %	3.06	3.07	0.86
プロピオン酸 %	0.27	0.34	0.01
酪酸 %	0.87	0.65	0
吉草酸 %	0.02	0.03	0
VBN %	0.27	0.29	0.02
Vスコア	56	58	96

※笹S：笹サイレージ

(2) 体重、BCS 及び血液成分

試験牛の体重、BCS 及び血液成分は、本試験各期間の 21 日目に測定及び採血を行った。

血液成分については、採取後速やかに遠心分離し、血清を用いて富士ドライケムで、グルコース（以下 GLU）、総コレステロール（以下 TCHO）、総タンパク（以下 TP）、尿素窒素（以下 BUN）、グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ（以下 GOT）、γ-グルタミルトランスフェラーゼ（以下 GGT）、アルブミン（以下 ALB）について測定を行った。

(3) 乳量及び乳成分

乳量については、各試験期間 15 から 21 日目における乳量を個体毎に 8 時 30 分と 16 時の 2 回の搾乳時に計量し、1 日の乳量とした。

また乳成分については、各試験期間 14 日目及び 21 日目のいずれかにおける 8 時 30 分と 16 時の 2 回の搾乳時に採材し、乳成分とした。なお乳成分の分析はミルコスキャンによる外部委託とした。

(4) 統計処理

スチューデントの T 検定で統計処理を行った。

試 験 結 果

1 飼料摂取量

飼料の摂取量、採食時間、反芻割合を表 5 に示した。各項目で試験区間に有意差は認められなかった。

表 5 飼料の摂取量、採食時間、反芻割合、搾乳回数

	対照区	笹給与区
TMR (DMkg)	20.5 ± 0.44	21.1 ± 0.41
濃厚飼料 (DMkg)	2.2 ± 0.07	2.2 ± 0.07
採食時間 (hr)*	4:55 ± 0:14	4:18 ± 0:28
反芻割合 (%)*	34.9 ± 2.58	34.7 ± 1.84

*レスポンスターによるリアルタイム検知 (カシオ:GEA社)

2 体重及び BCS の推移

試験期間中の平均体重及び BCS を表 6 に示した。体重及び BCS に大きな変化は無く、各期における各区間に有意差は認められなかった。

表 6 各期 2、3 週目の体重及び BCS の平均値

	体重 kg	BCS
対照区	647.5 ± 18.25	3.3 ± 0.11
笹給与区	644.0 ± 19.61	3.3 ± 0.12

3 血液成分

血液性状を表 7 に示した。

BUN について笹給与区で有意に高い値であり、その他の項目に有意な差はなかった。笹給与区の TMR で NFC が対照区に対して低かったことが影響したものと考えられた。

その他の血液成分についてもほぼ正常値の範囲内で、各区間に有意差は認められなかった。

表 7 血液成分

	対照区	笹給与区
TP (g/dl)	7.9 ± 0.26	8.1 ± 0.41
ALB (g/dl)	3.7 ± 0.02	3.8 ± 0.05
BUN (mg/dl)	19.5 ± 0.34 ^a	21.1 ± 0.47 ^b
TCHO (mg/dl)	196.4 ± 24.23	170.6 ± 25.89
GLU (mg/dl)	64.9 ± 1.13	64.8 ± 1.31
GGT (U/l)	44.5 ± 2.17	47.0 ± 2.48
GOT (U/l)	87.5 ± 5.98	92.6 ± 14.39

※平均値 ± SE (n=4)

※※a, b 間に p<0.05

4 乳量及び乳成分

乳量及び乳成分を表 8 に示した。

表 8 乳量及び乳成分

	対照区	笹給与区
乳量 (kg/日)	25.1 ± 0.48	25.0 ± 0.44
4%FMC (kg/日)	25.8 ± 0.37	25.9 ± 0.33
乳脂肪率 (%)	4.19 ± 0.27	4.27 ± 0.35
乳蛋白質 (%)	3.36 ± 0.32 ^A	3.27 ± 0.32 ^B
乳糖 (%)	4.70 ± 0.09 ^A	4.68 ± 0.11 ^B
無脂固形率 (%)	8.97 ± 0.43 ^a	8.84 ± 0.44 ^b
全固形率 (%)	13.16 ± 0.66	13.11 ± 0.72
体細胞 (万/ml)	11.88 ± 2.38	11.25 ± 1.55
MUN (mg/dl)	18.73 ± 0.13	20.18 ± 1.82

※平均値 ± SE (n= ※※A, B 間に p<0.01, a, b 間に p<0.05

※※4%FMC = (0.15 × 乳脂肪率 + 0.4) × 乳量

乳量は、対照区 25.1kg、笹給与区 25.0kg で、乳脂肪率は 4.19% に対して 4.27% であり、乳脂肪 4% 換算乳量(4%FMC)では 25.8% に対して 25.9% となり有意差はなかった。その他の成分についても正常値の範囲内であった。

5 乳脂質成分

表 9 に乳中の脂質成分について示した。

表 9 乳脂質成分

	対照区		笹給与区	
D E N O (%)	1.31	±0.16	1.30	±0.15
M I X D (%)	1.43	±0.18	1.45	±0.11
P R E F (%)	1.37	±0.18	1.54	±0.26
D N F A (%)	31.9	±1.51	30.2	±0.56

乳脂質成分として、乳中の脂肪酸からデノボ脂肪酸 (C4~C14、以下 DENO)、ミックス脂肪酸 (主として C16、以下 MIXD)、プレフォーム脂肪酸 (主として C18 以上、以下 PREF) に分画する手法により解析した。

デノボ脂肪酸は、主としてルーメン内で粗繊維などを微生物が分解して合成する脂肪酸とされ、デノボ脂肪酸の乳中の割合が 0.9% 以上であればルーメン内の微生物の活動が健全であるとされている。また、脂肪酸中のデノボ脂肪酸の割合 (以下 DNFA%) が泌乳中期以降であれば、28% 以上であればルーメンは健全であるとされている。

試験の結果としては、各項目に有意の差はなく、デノボ脂肪酸が乳中で対照区が 1.31%、笹給与区が 1.30% であり、脂肪酸中のデノボ脂肪酸の割合についても 31.9% に対して 30.2% であり脂質成分からは、各区ともにルーメンの健全性は維持されていた。

考 察

今回、笹サイレージの有効利用として、ビートパルプの代替として乾物当たり約 4% 混合して試験を行った。笹サイレージの発酵品質は良好であり、作成した発酵 TMR の品質にも問題はなかった。

泌乳中後期搾乳牛への給与では、乾物摂取量や乳生産性については差が見られなかった。また、反芻割合や乳脂質成分についても対照区と差はなく、笹サイレージを活用することで搾乳中後期牛の乳生産性に問題なく利用することが可能であり、発酵 TMR の飼料費は対照区に対して約 4% 節約できることが示唆された。

輸入飼料の高騰と不安定な供給体制が続く中、放置竹林の解消とあわせて地域で供給可能な飼料としての笹サイレージ活用は有効であり、その特性にあわせた活用を図ることは今後とも重要であることが明らかとなった。

謝 辞

今回の笹サイレージを活用した発酵 TMR の給与試験を実施するにあたり、ご協力いただいた株式会社大和フロンティアの皆様に感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 田中義春.2022.あらたな乳からの情報を生かして管理するデノボ脂肪酸とケトン体で牛の健康をモニター.牧草と園芸.第 70 巻第 4 号:4-10
- 相原光夫.2024.あたらしい牛群検定について (その 81) ~脂肪酸組成(FAO)~LIAJ News No.206:18:21

トウモロコシ子実サイレージとエノキダケ菌床を用いた 発酵 TMR の搾乳牛への給与技術

森 弘・井上 優子¹⁾・廣津 美和

¹⁾ 西諸県農林振興局

Feeding technique of fermented total mixed ration using corn grain silage
and Enoki mushroom bed to dairy cows

Hiromu MORI, Yuko INOUE, Miwa HIROTSU

＜要約＞トウモロコシ圧ペンの代替としてトウモロコシ子実サイレージを利用した区（以下子実区）、トウモロコシ圧ペン及びビートパルプの 50%の代替にトウモロコシ子実サイレージとエノキダケ菌床を利用した区（以下菌床区）で発酵 TMR の品質に問題はなく、推定される飼料 費は、菌床区、子実区、対照区の順に低かった。各区体重、BCS 及び乾物摂取量には差はみられず、ルーメン機能の指標としての反芻割合や乳脂質成分でも問題はなかった。乳量については、差はなく脂肪率は菌床区で高い傾向にあった。

ここ数年、県内で搾乳ロボットの導入が急速に進みつつあるが、導入後、飼料給与調製や牛の疾病等の問題が発生するケースが多く、計画通り乳生産が進んでいない農家もみられる。

また、飼料高騰などにより未利用資源の利用にも注目が高まっていることから、トウモロコシ子実サイレージとエノキダケ菌床を活用した発酵 TMR を給与した場合の乳生産性及びルーメン内の発酵に及ぼす影響を検討した。

試 験 方 法

1 試験方法及び試験期間

試験場飼養フリーストール及び搾乳ロボット（GEA 社 R9500LH）牛舎のホルスタイン牛 20 頭（平均搾乳日数 180 ± 24.5 日、平均産次 2.1 ± 0.2 ）について、馴致期間 1 週間、試験期間 2 週間として子実区、菌床区、対照区

の順に調査を実施した。試験期間は令和 6 年 1 月 22 日から 3 月 15 日であった。

2 試験区分

試験区分は発酵 TMR としてトウモロコシ圧ペンの代替としてトウモロコシ子実サイレージを利用した区（子実区）、トウモロコシ圧ペンとビートパルプの 50%の代替にトウモロコシ子実サイレージとエノキダケ菌床を利用した区（菌床区）と通常の発酵 TMR を給与した区（対照区）で試験を行った。

トウモロコシ子実については、場内で生産したものをフレコンラップ法で保存し、TMR 調製前日に粉砕したものを材料として使用した。

エノキダケ菌床については、エノキダケ生産工場から産出された翌日、発酵 TMR として調整した。

表 1 にトウモロコシ子実サイレージとエノキダケ菌床の飼料成分について示した。トウモロコシ

子実サイレージは、トウモロコシ同等の飼料成分を示しており、エノキダケ菌床は CP と EE が高かったが、早田らの消化率から推定すると TDN は 45.4% であった。

表 1 供試飼料の飼料成分

	水分	CP	EE	NFE	CF	CA
HMSC	30.8	9.2	3.1	84.1	2.2	1.4
エノキダケ菌床	58.8	17.2	8.1	37.8	20.5	16.4
トウモロコシ	14.5	8.8	4.4	83.4	2.0	1.4
ビートパルプ	11.5	9.6	1.0	64.3	19.5	5.7

※HMSC: トウモロコシ子実サイレージ

※※トウモロコシ及びビートパルプは日本標準飼料成分表(2009年版)

発酵 TMR の給与においては、調製後約 2 ヶ月以上発酵したものを使用した。

発酵 TMR の配合割合、飼料成分及び飼料費を表 2 に示した。

表 2 配合割合、飼料成分及び飼料費

飼料名	対照区	子実区	菌床区
配合割合 (乾物%)			
トウモロコシサイレージ	14.0	14.3	14.1
イタリアンヘイレージ	25.6	26.0	25.8
配合飼料	21.1	21.4	21.2
大豆粕	2.1	2.1	2.1
トウモロコシ圧パン	4.2	0.0	0.0
ビートパルプ	8.4	8.6	4.2
アルファルファ	8.4	8.6	8.5
オーツヘイ	12.6	12.9	12.7
炭カル	1.3	1.4	1.4
リンカル等	1.7	1.7	1.7
ビタミン剤	0.5	0.5	0.5
トウモロコシ子実サイレージ		2.5	2.5
エノキダケ菌床			5.3
飼料成分 (DM%)			
DM	49.5	50.7	50.5
CP	13.5	15.5	14.3
a NDF	37.7	36.4	37.7
NFC	36.0	36.3	34.7
TDN	64.0	65.0	64.0
飼料費 (円/日/頭)	1,236	1,094	1,007

※現物当たりトウモロコシ子実サイレージ45円/kg (東北農業研究

センター成果情報2020)、エノキダケ菌床10円/kgで算出 (現地情報)

発酵 TMR の飼料費 (現物 1kg 当たり) は、対照区の 1,236 円に対して子実区が 1,094 円、菌床区

が 1,007 円となった。トウモロコシ子実サイレージを活用することで 11.5%、さらにトウモロコシ子実サイレージに加えてエノキダケ菌床を活用することにより現物当たり 19.5% の飼料費の削減となった。

表 3 発酵品質(乾物中%)

成分等	対照区	子実区	菌床区	HMSC
pH	4.26	4.47	4.7	4.2
ぎ酸	0.04	0.03	0.01	0
乳酸	11.23	9.21	5.47	1.51
酢酸	3.1	2.96	1.22	0.93
プロピオン酸	0.08	0.21	0.02	0.14
酪酸	0	0.02	0	0
吉草酸	0	0	0	0
VBN	0.11	0.18	0.11	0.12
Vスコア 点	89	84	71	81

※HMSC: トウモロコシ子実サイレージ

発酵品質は、菌床区で pH がやや高い傾向にあったが V スコアで対照区、子実区、菌床区で 89、84 及び 71 点であり問題はなかった。また、トウモロコシ子実サイレージについても酪酸は検出されず良質な飼料であった。

3 調査項目

(1) 飼料摂取量及び体重測定、採血

成牛舎で給与した発酵 TMR 量を記録して飼養する頭数で除して一日当たりの摂取量とした。また、各試験期間の終了時点で体重及び BCS の測定と同一牛 4 頭について採血を行いドライケム (富士フィルム社) にて血液成分を測定した。

(2) 乳量及び乳成分

乳量については、各試験期間 15~21 日目における乳量を個体毎に計量し、1 日の乳量とした。

また乳成分については、各試験期間 20~21 日目搾乳時に採材し、搾乳毎の乳量及び乳成分から 1 日当たりの乳成分を算出した。なお乳成分の分析はミルコスキャンによる外部委託とした。

4 統計処理

EZR (Kanda Y 2013) によるフリードマン検定で統計処理を行った。

試 験 結 果

1 体重及び BCS の推移

表 4 に体重及び BCS を示した。

各試験区における試験終了時点の体重及 BCS に有意差はなく泌乳ステージは推移しているものの栄養水準に大きな変化はなかったものと推察される。

表 4 終了時点の体重及び BCS

	対照区	子実区	菌床区
体重 (kg)	681.9 ± 17.9	677.5 ± 20.3	675.0 ± 18.8
BCS	3.4 ± 0.1	3.4 ± 0.0	3.4 ± 0.0

※ 平均値 ± SE (n=20)

2 飼料摂取量

飼料の摂取量、採食時間、反芻割合、搾乳回数を表 5 に示した。

飼料摂取量については、対照区が高かったが、有意差はなかった。採食時間は対照区、子実区、菌床区の順に高かったが、反芻割合には有意な差はなかった。また、1 日当たりの搾乳回数にも有意差はなかった。

表 5 飼料の摂取量、採食時間、反芻割合、搾乳回数

	対照区	子実区	菌床区
TMR (DMkg)	22.4 ± 1.39	20.3 ± 1.52	19.9 ± 1.68
濃厚飼料 (DMkg)	1.9 ± 0.11	1.9 ± 0.11	1.9 ± 0.11
採食時間 (hr)*	5:44 ± 0.49 ^A	5:24 ± 0.46 ^B	5:05 ± 0.43 ^C
反芻割合 (%)	37.1 ± 1.04	37.4 ± 1.12	35.4 ± 0.92
搾乳回数 (回/日)	2.5 ± 0.06	2.5 ± 0.07	2.6 ± 0.08

※ 平均値 ± SE (n=20)

※※ A, B, C 間に p<0.01

* レボ ダー によるリアルタイム検知 (加効剤:GEA 社)

3 乳量及び乳成分

乳量及び乳成分を表 6 に示した。

乳量は、対照区 31.3kg/日、子実区 31.1kg/日、菌床区 29.3kg/日で有意な差はなかったが、4%乳脂肪換算乳量 (以下 4%FCM) では対照区で有意に高い結果になった。

乳成分においては、乳脂肪率で菌床区が子実区に對して高かったが対照区とは有意差はなかった。

表 6 乳量及び乳成分

	対照区	子実区	菌床区
平均泌乳日数	219 ± 24.5	180 ± 24.5	203 ± 24.5
乳量 (kg/日)	31.3 ± 1.2	31.1 ± 1.2	29.3 ± 1.1
4%FCM (kg/日)	30.7 ± 1.2 ^A	30.2 ± 1.2 ^B	29.6 ± 1.0 ^B
乳脂肪率 (%)	3.9 ± 0.1 ^{ab}	3.8 ± 0.1 ^a	4.1 ± 0.1 ^b
乳蛋白質 (%)	3.6 ± 0.1	3.5 ± 0.1	3.5 ± 0.1
乳糖 (%)	4.6 ± 0.0	4.6 ± 0.0	4.6 ± 0.0
無脂固形率 (%)	9.1 ± 0.1	9.1 ± 0.1	9.0 ± 0.1
全固形率 (%)	13.0 ± 0.2	12.8 ± 0.2	13.1 ± 0.1
体細胞 (万/ml)	13.0 ± 1.5	16.1 ± 2.9	13.0 ± 1.5
MUN (mg/dl)	6.6 ± 0.3 ^A	8.2 ± 0.4 ^{Ba}	9.3 ± 0.3 ^{Bb}

※ 平均値 ± SE (n=20)

※※ A, B 間に p<0.01, a, b 間に p<0.05

※※※ 4%FCM = (0.15 × 乳脂肪率 + 0.4) × 乳量

また、MUN については、対照区で有意に低く、菌床区で最も高かった。

4 乳脂質成分の特性

乳脂質成分の特性について表 7 に示した。

表 7 乳中の脂肪酸組成 (%)

	対照区	子実区	菌床区
DENO (%)	1.34 ± 0.04 ^a	1.20 ± 0.04 ^{Ab}	1.34 ± 0.04 ^B
MIXD (%)	1.34 ± 0.04 ^a	1.27 ± 0.05 ^b	1.33 ± 0.04 ^{ab}
PREF (%)	1.31 ± 0.04 ^A	1.09 ± 0.03 ^B	1.24 ± 0.03 ^A
DNFA (%)	33.7 ± 0.32	33.7 ± 0.30	34.3 ± 0.35

※ 平均値 ± SE (n=20)

※※ A, B 間に p<0.01, a, b 間に p<0.05

乳脂質成分として、乳中の脂肪酸からデノボ脂肪酸 (C4~C14、以下 DENO)、ミックス脂肪酸 (主として C16、以下 MIXD)、プレフォーム脂肪酸 (主として C18 以上、以下 PREF) に分画する手法により解析した。

デノボ脂肪酸は、主としてルーメン内で粗繊維などを微生物が分解して合成する脂肪酸とされ、デノボ脂肪酸の乳中の割合が 0.9% 以上であればルーメン内の微生物の活動が健全であるとされている。また、脂肪酸中のデノボ脂肪酸の割合 (以下 DNFA%) が泌乳中期以降であれば、28% 以上であればルーメンは健全であるとされている。

デノボ脂肪酸は有意に子実区で低かったが、各区ともにルーメンの健全性の指標とされる 0.9% 以上であった。

また、脂肪酸中のデノボ脂肪酸でも泌乳中期後期以降の指標とされる 28% 以上であり、各区ともルーメンにおける脂質代謝は健全性を維持していたものと判断された。

5 血液成分

試験区毎の血液成分の推移を表 8 に示した。

表 8 血液成分

		対照区	子実区	菌床区
TP	(g/dl)	7.5 ± 0.18	7.7 ± 0.25	7.3 ± 0.14
ALB	(g/dl)	3.9 ± 0.10 ^A	3.8 ± 0.14	3.6 ± 0.09 ^B
BUN	(mg/dl)	7.9 ± 0.76 ^a	10.7 ± 0.41	9.6 ± 0.44 ^b
TCHO	(mg/dl)	202.3 ± 11.12 ^A	174.8 ± 9.32 ^B	182.0 ± 6.01
GLU	(mg/dl)	74.5 ± 1.04 ^a	70.8 ± 0.75	67.3 ± 1.49 ^b
GGT	(U/l)	48.8 ± 3.35 ^a	45.3 ± 3.09 ^b	44.5 ± 3.12 ^b
GOT	(U/l)	67.0 ± 4.20	77.0 ± 4.60 ^a	61.5 ± 4.66 ^b

※平均値±SE (n=4) ※※A, B間にp<0.01, a, b間にp<0.05

BUN については、対照区で低く乳中の MUN と同様の傾向であり、泌乳ステージの変化の影響があったと推定される。肝臓機能の指標である GOT については、正常値の範囲内であったが、GGT については各試験区とも高い傾向を示していたが、TCHO は各区とも正常値の範囲内で、対照区で高かった。

考 察

トウモロコシ圧ペンの代替としてトウモロコシ子実サイレージ、トウモロコシ圧ペン及びビートパルプの 50%の代替にトウモロコシ子実サイレージとエノキダケ菌床を利用しても発酵 TMR の品質に問題はなかった。

これらの給与について各区 3 週間の試験であったが、反芻割合や乳質脂質などの指標からルーメン機能への問題はないと考えられた。

乳量については、対照区、子実区、菌床区の順で高かったが差はなく脂肪率は菌床区で高い傾向にあった。以上のことから、地域資源としてのトウモロコシ子実サイレージやエノキダケ菌床を活用した発酵 TMR は牛乳生産のコスト低減に寄与し、搾乳ロボット体系での有効活用が期待される。

謝 辞

今回のトウモロコシ子実サイレージ及びエノキ

ダケ菌床を活用した発酵 TMR の給与試験を実施するにあたり、協力いただきましたヤンマーアグリジャパン株式会社及び株式会社加藤えのきの皆様に感謝申し上げます。

参 考 文 献

梅田剛利, 太田剛, 北崎宏平, 馬場武志 2015.

エノキダケ菌床を含むイネ WCS 発酵 TMR の発酵品質と乳生産性に及ぼす影響. 福岡県農林業総合研究報告. 1 号:44-48

當眞嗣平, 守川信夫長利真幸, 望月智代. 2006. 地域未利用資源の活用・エノキダケ廃菌床の飼料化(1). エノキダケ廃菌床サイレージの発酵品質の検討. 沖縄県畜産試験場研究報告. 43: 52-57.

田中義春. 2022. あらたな乳からの情報を生かして管理するデノボ脂肪酸とケトン体で牛の健康をモニター. 牧草と園芸. 第 70 巻第 4 号:4-10

相原光夫. 2024. あたらしい牛群検定について (その 81) ~脂肪酸組成(FAO)~LIAJ News No.206:18:21

宮路広武, 篠遼善哉, 嶺野英子. 2019. 東北地域における子実用トウモロコシの生産と子実サイレージ調整に係る費用. 2020. 東北農業研究センター成果情報

畢 雪, 佐藤絢美, 梁 曦, 関口奈都美, Dian Wahyu Harjanti, Md. Mostafizar Rahman, 登丸 瑛, 佐野宏明. ヒツジにおける微生物態窒素供給量、血漿グルコースおよびロイシン代謝に及ぼすエノキダケ廃菌床サイレージ給与の影響. 東北畜産学会報. 65 (1):22-30

宮路広武, 篠遼善哉, 嶺野英子. 2019. 東北地域における子実用トウモロコシの生産と子実サイレージ調整に係る費用. 東北農業研究センター成果情報 2020

早田剛, 岩元禎, 橋元大介, 峰靖彦. 2015. コーンコブ主体廃菌床の飼料化と給与技術開発 第 1

報 コーンコブ主体廃菌床サイレージ生産方法の開発. 長崎県農林技術センター研究報告
第 6 号:159-164

Kanda Y.2013.Investigation of the freely Available
easy-to-use software 'EZR' for medical
statistics.Bone Marrow
Transplant.2013.48,452-8.

飼料作物奨励品種選定試験 (令和 5 年度)

1. トウモロコシ

井上 優子¹⁾・黒木 邦彦・廣津 美和

¹⁾ 西諸県農林振興局

Selection Test of Recommended Varieties for Forage Crops

1. Corn

Yuko INOUE, Kunihiko KUROKI, Miwa HIROTSU

＜要約＞本県に適した飼料作物奨励品種を選定するため、今後、有望と見込まれるトウモロコシの各市販品種と既奨励品種の比較試験を実施した。その結果、「ロイヤルデント TX1334 (TX1334)」、「スノーデント 115 (LG31.588)」が、生育性や収量性に優れ、新たに県奨励品種として指定された。

本県で生産されている多くの自給粗飼料の中でも、特に適応性が高い飼料用トウモロコシについては、県の奨励品種として指定し、現場での普及を進めている。品種による収穫差は極めて大きいいため、本試験では国内で市販されている品種のうち、有望視されている品種について本県における適応性を調査し、3カ年の試験結果をもとに、奨励品種への指定を検討する。

ロイヤルデント TX1334 (TX1334)
スノーデント 115 (LG31.588)
パイオニア P1341 (P1341)
パイオニア P1344 (P1344)
スノーデント 120 (SH9702)

(2) 遅播きトウモロコシ

標準品種：スノーデントおとは (PI2008)
供試品種：Z-Corn128 後継品種 (1F038)
グリーンデント 130 日 (JG9038)
スノーデント凄夏 (SM6343)
パイオニア 135 日 (P3875)

試 験 方 法

1 試験地

宮崎県畜産試験場第 2 号ほ場 (黒色火山灰土壌)

2 供試品種 (表 1)

(1) 早播きトウモロコシ

標準品種：ゴールドデント KD671 (KD671)

供試品種：パイオニア P1204 (P1204)

3 播種日

(1) 早播きトウモロコシ

令和 5 年 4 月 3 日

(2) 遅播きトウモロコシ

令和 5 年 5 月 9 日

4 播種法

条間 0.75 m、株間 0.2 m

2 粒点播 1 本仕立

5 試験区

1区 12 m²（条間 0.75 m×株間 0.2 m×4条）とし、ラテン方格法による3反復制で実施した。収量調査の際は、他品種の影響を除外するため、試験区の両端2条および前後1.0 mを除いた3 m²（1.5 m×1.0 m×2条）を調査した。

6 施肥

基肥として、牛糞堆肥、ようりん、NK2号を全面散布した。追肥はそれぞれ発芽後に、NK2号を条間散布した。早播きトウモロコシおよび遅播きトウモロコシにおける施肥日および施肥量はそれぞれ表2、3に示した。

表1 供試品種

系統名	流通名	CRM (注1)	取扱 業者	今年含む 継続年数 (注2)	備考
KD671	ゴールドデントKD671	117	カネコ	5*	標準・宮崎県奨励品種
P1204	パイオニアP1204	110	パイオニア	4	
TX1334	ロイヤルデントTX1334	115	タキイ	3	
LG31.588	スノーデント115	115	雪印	3	
P1341	パイオニアP1341	115	パイオニア	2	
P1344	パイオニアP118New	118	パイオニア	2	
SH9702	スノーデント120	120	雪印	1	
PI2008	スノーデントおとは	127	雪印	1*	標準・宮崎県奨励品種
1F038	Z-Corn128後継品種	128	全酪連	1	
JG9038	グリーンデント130日	130	日本緑農	1	
SM6343	スノーデント凄夏	126	雪印	1	
P3875	パイオニア135日	135	パイオニア	1	

注1)comparative relative maturity、種子カタログ記載値

注2)継続年数の*は今回以外の過去に供試したことがある品種であることを示す。

表2 早播きトウモロコシ施肥

肥料名	施肥日 月/日	施用量 (kg/a)	要素量(kg/a)			方法
			N	P2O	K2O	
牛ふん堆肥	2/8	300	0.5	0.9	1.4	全面散布
ようりん	3/29	6.0	-	1.2	-	全面散布
NK2号	3/29	4.5	0.7	-	0.7	全面散布
基肥 合計			1.2	2.1	2.1	
追肥(NK2号)	5/11	2.2	0.3		0.3	条間散布
合計			1.6	2.1	2.4	

表3 遅播きトウモロコシ施肥

肥料名	施肥日 月/日	施用量 (kg/a)	要素量(kg/a)			方法
			N	P2O	K2O	
牛ふん堆肥	2/8	300	0.5	0.9	1.4	全面散布
ようりん	5/8	6.0	-	1.2	-	全面散布
NK2号	5/8	4.5	0.7	-	0.7	全面散布
基肥 合計			1.2	2.1	2.1	
追肥(NK2号)	6/5	2.2	0.3		0.3	条間散布
合計			1.6	2.1	2.4	

7 管理作業

播種直後に鎮圧し、同日、播種後にゲザノンゴールド(250 mL/100 L/10 a)を散布した。

播種後、早播きトウモロコシは令和 5 年 5 月 9 日まで、遅播きトウモロコシは令和 5 年 6 月 5 日まで防鳥網を設置した。また、発芽後に間引きを行った。

なお、生育期間中の除草は手取り除草を行い、中耕は行わなかった。

8 調査日

(1) 早播きトウモロコシ

令和 5 年 8 月 1 日

(2) 遅播きトウモロコシ

令和 5 年 8 月 16 日

9 調査方法

宮崎県飼料作物奨励品種調査要領(2022)に準じて行った。

試験結果

1 早播きトウモロコシ(表 4、5、図 3、4)

試験の結果を表 4、表 5、図 1、図 2 にそれぞれ示した。発芽、初期生育ともに良好であった。収量調査時にはすべての品種で倒伏・虫害は見られなかった。品種ごとの成績は以下のとおりである。

P1204 は、稈長が最も小さかった。乾物率が最も高く、乾物収量は標準品種と同程度であった。

TX1334 は、初期生育が最も良かった。生草収量は標準品種より多く、乾物収量は標準品種と同程度であった。

LG31.588 は、標準品種と比較して稈長が高かったが、着雌穂高は低く、稈長に対する着雌穂高割合は標準品種より低かった。生草収

量、乾物収量は共に標準品種より少なかった。

P1341 は、稈長が最も高く、着雌穂高が最も高かったが稈長に対する着雌穂高割合は標準品種と同程度であった。収量調査時に折損が見られた。乾物収量は標準品種と同程度であった。

P1344 は、ごま葉枯病は標準よりやや少なく、すす紋病は標準品種と同程度見られたが、南方さび病は見られなかった。乾物率は標準品種と同程度であったが生草収量、乾物収量は標準品種よりも少なかった。

SH9702 は、糊熟期での調査となった。ごま葉枯病は標準よりやや少なく、すす紋病は標準品種と同程度見られたが、南方さび病は見られなかった。乾物率は標準品種と同程度であったが生草収量、乾物収量は標準品種よりも少なかった。

2 遅播きトウモロコシ(表 6、7、図 3、4)

試験の結果を表 6、表 7、図 3、図 4 にそれぞれ示した。令和 5 年 7 月 1 日から 2 日にかけての強風雨で 1F038、JG9038、P3875 の一部の区で倒伏が見られたが、その後回復した。全品種でごま葉枯れ病が見られた。令和 5 年 8 月 8 日から 10 日にかけて接近した台風 6 号の影響で JG9038 以外の品種で倒伏が見られた。

1F038 は、稈径が最も大きかったが、台風 6 号の影響で 8.3%の倒伏が見られた。生草収量、乾物収量共に標準品種より多かった。

JG9038 は、倒伏が見られなかったが、折損割合は 8.3%であった。生草収量、乾物収量共に標準品種と同程度であった。

SM6343 は、初期生育が良好で、収量調査時には標準品種よりも稈長が高く、生草収量が多かったが、乾物収量は標準品種より少なかった。

P3875 は、最も稈長が長かったが、台風 6 号の影響で収量調査時には 44.2%が倒伏していた。生草収量、乾物収量共に標準品種より多かった。

（TX1334）」、「スノーデント 115（LG31.588）」が新たな本県の飼料作物奨励品種に指定された。

参 考 文 献

宮崎県. 2022. 宮崎県飼料作物奨励品種調査要領. 2022 版. 宮崎県, 宮崎.

総 合 評 価

3 カ年の品種比較試験の結果から、良好な成績が確認された「ロイヤルデント TX1334

表 4 早播きトウモロコシ生育調査

品種名	相対 熟度	発芽	発芽 良否	初期 生育	雄穂 開花	絹糸 抽出	稈長	着雌 穂高	稈径	倒伏	折損	虫害	病害**		
		月日	*	*	月日	月日	cm	cm	mm	%	%	%	ごま 葉枯	すす 紋	南方 さび
KD671(標準)	117	4/12	8.3	8.5	6/23	6/26	259.0	122.2	21.9	0.0	0.0	0.0	3.3	1.7	1.3
P1204	110	4/12	8.0	8.4	6/22	6/22	229.4	92.2	20.8	0.0	0.0	0.0	1.7	2.7	1.3
TX1334	115	4/12	8.7	9.0	6/22	6/26	250.5	105.3	22.4	0.0	0.0	0.0	2.0	2.3	1.0
LG31.588	115	4/12	8.3	7.8	6/23	6/26	272.4	107.6	21.4	0.0	0.0	0.0	2.3	3.3	1.7
P1341	115	4/12	8.0	7.6	6/26	6/26	279.4	131.7	21.7	0.0	1.7	0.0	2.7	2.7	1.0
P1344	117	4/12	8.3	6.9	6/26	6/26	250.2	113.1	20.5	0.0	0.0	0.0	1.3	2.0	1.0
SH9702	120	4/12	8.7	7.9	6/26	6/26	240.7	114.5	21.0	0.0	0.0	0.0	1.3	2.0	1.0

*極不良1-9極良

** 無1-9甚

表 5 早播きトウモロコシ収量調査

系統名	生草収量			乾物収量			乾物率 %	熟期
	茎葉 kg/a	雌穂 kg/a	合計 kg/a	茎葉 kg/a	雌穂 kg/a	合計 kg/a		
KD671(標準)	477.5	144.0	621.4	101.5	79.1	180.6	29.1	黄熟期
P1204	374.2	172.0	546.3	80.7	96.9	177.5	32.5	黄熟期
TX1334	465.8	177.2	642.9	87.3	98.5	185.9	28.9	黄熟期
LG31.588	360.6	150.7	511.2	84.7	78.7	163.5	32.0	黄熟期
P1341	420.9	163.7	584.6	91.4	85.8	177.2	30.3	黄熟期
P1344	374.6	157.8	532.4	83.5	80.5	163.9	30.8	黄熟期
SH9702	399.2	132.2	531.4	90.7	66.7	157.4	29.6	糊熟期

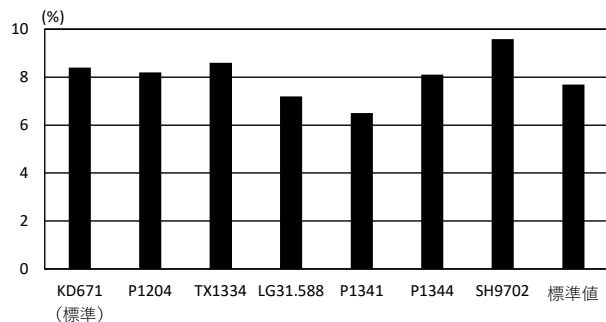


図 1 早播きトウモロコシ乾物中 C P 割合

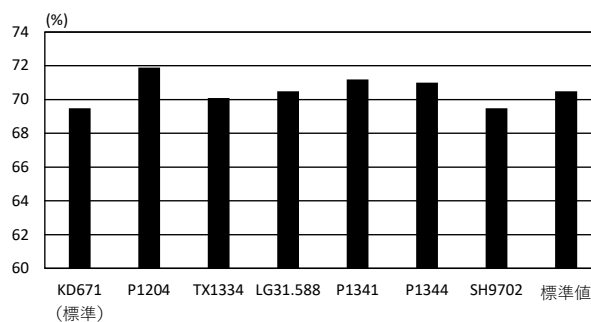


図 2 早播きトウモロコシ乾物中 T D N 割合

表 6 遅播きトウモロコシ生育調査

品種名	相対 熟度	発芽	発芽 良否	初期 生育	雄穂 開花	絹糸 抽出	稈長	着雌 穂高	稈径	倒伏	折損	虫害	病害**		
		月日	*	*	月日	月日	cm	cm	mm	%	%	%	ごま 葉枯	すす 紋	南方 さび
PI2008(標準)	127	5/15	7.7	7.7	7/18	7/18	245.3	111.8	24.6	5.8	15.8	0.0	3.3	1.0	1.0
1F038	128	5/15	8.3	8.7	7/18	7/18	237.1	116.1	26.4	8.3	16.7	0.0	3.0	1.0	1.0
JG9038	130	5/15	9.0	8.9	7/18	7/18	231.8	118.7	26.3	0.0	8.3	0.0	3.0	1.0	1.0
SM6343	126	5/15	9.0	9.0	7/18	7/18	252.5	141.0	24.6	8.3	6.7	0.0	4.3	1.0	1.0
P3875	135	5/15	9.0	8.3	7/24	7/31	324.1	169.0	25.1	44.2	4.2	0.0	5.0	1.0	1.0

*極不良1-9極良

** 無1-9甚

表 7 遅播きトウモロコシ収量調査

系統名	生草収量			乾物収量			乾物率 %	熟期
	茎葉 kg/a	雌穂 kg/a	合計 kg/a	茎葉 kg/a	雌穂 kg/a	合計 kg/a		
PI2008(標準)	638.8	139.5	778.3	131.2	65.2	196.4	25.3	黄熟期
1F038	622.7	168.5	791.2	126.8	76.3	203.1	25.7	黄熟期
JG9038	611.6	159.3	770.8	119.4	75.0	194.3	25.3	黄熟期
SM6343	635.8	149.8	785.5	115.8	71.6	187.4	23.9	黄熟期
P3875	810.5	142.2	952.6	168.8	41.4	210.2	22.1	乳熟期

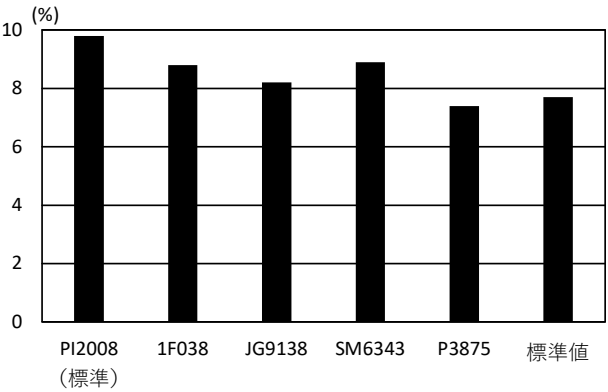


図 3 遅播きトウモロコシ乾物中 C P 割合

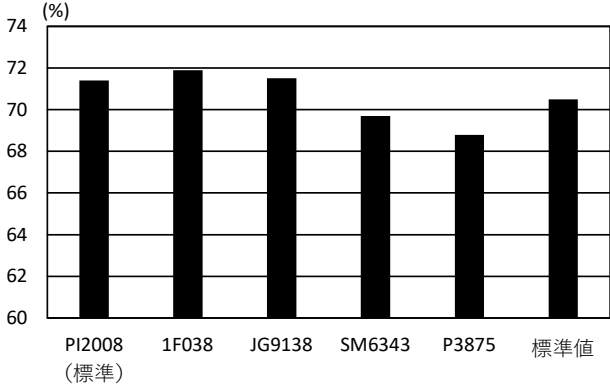


図 4 遅播きトウモロコシ乾物中 T D N 割合

飼料作物奨励品種選定試験（令和 5 年度）

2. ソルガム

井上 優子¹⁾・黒木 邦彦・廣津 美和

¹⁾ 西諸県農林振興局

Selection Test of Recommended Varieties for Forage Crops

2. Sorghum

Yuko INOUE, Kunihiko KUROKI, Miwa HIROTSU

＜要約＞本県に適した飼料作物奨励品種を選定するため、今後、有望と見込まれるソルガムの各市販品種と既奨励品種の比較試験を実施した。その結果「JG ハイブリッドソルゴー(JG-H18)」が、生育性や収量性に優れ、新たに県奨励品種として指定された。

本県で生産されている多くの自給粗飼料の中でも、特に適応性が高いソルガムについては、県の奨励品種として指定し、現場での普及を進めている。品種による収穫差は極めて大きいいため、本試験では国内で市販されている品種のうち、有望視されている品種について本県における適応性を調査し、3 カ年の試験結果をもとに、奨励品種への指定を検討する。

試 験 方 法

1 試験地

宮崎県畜産試験場第 2 号ほ場（黒色火山灰土壌）

2 供試品種（表 1）

標準品種：ハイグレンソルゴー

供試品種：JG ハイブリッドソルゴー
(JG-H18)

3 播種日

令和 5 年 5 月 9 日

4 播種量

2 kg/10 a

5 播種法

条播

6 試験区

1 区 12 m²（4 m×条間 0.75 m×4 条）とし、乱塊法による 3 反復制で実施した。収量調査の際は、他品種の影響を除外するため、試験区の両端 2 条および前後 1.0 m を除いた 3 m²（1.5 m×1.0 m×2 条）を調査した。

7 施肥

基肥として、牛糞堆肥、ようりん、NK2 号を全面散布した。追肥はそれぞれ発芽後、刈り取り後に NK2 号を条間散布した。施肥日および施肥量は表 2 に示した。

表 1 供試品種

系統名	流通名	取扱	継続年数 今年含む	備考
	ハイグレンソルゴー	雪印	3*	標準・ 宮崎県奨励品種
JG-H18	ハイブリッドソルゴー	日本緑農	3	

継続年数の*は、今回以外の過去に供試したことがある品種であることを示す。

表 2 施肥

肥料名	施肥日 月/日	施用量 (kg/a)	要素量(kg/a)			方法
			N	P2O	K2O	
牛ふん堆肥	2/8	300	0.5	0.9	1.4	全面散布
ようりん	5/8	6.0	-	1.2	-	全面散布
NK2号	5/8	4.5	0.7	-	0.7	全面散布
基肥 合計			1.2	2.1	2.1	
追肥(NK2号)	6/5	2.0	0.3	-	0.3	条間散布
追肥(NK2号)	8/17	2.0	0.3	-	0.3	条間散布
合計			1.9	2.1	2.8	

8 管理作業

播種直後に鎮圧し、同日、播種後にゲザノンゴールド(250 mL/水 100 L/10 a)を散布した。播種後令和 5 年 6 月 5 日まで、防鳥網を設置した。なお、生育期間中の除草は手取り除草を行い、中耕は行わなかった。

JG-H18 は、1 番草は稈長、穂長が標準品種よりも高かった。生草収量は標準品種に比べて 258kg/10a 少なく、乾物収量は同程度であった。再生草は 1 m²あたりの本数が標準品種に比べて少なく、合計収量は生草収量・乾物収量でそれぞれ標準品種の 88%、93%であった。

9 刈取期

1 番草の調査を令和 5 年 8 月 15 日に行った。再生草の調査を令和 5 年 11 月 13 日に行った。

10 調査方法

宮崎県飼料作物奨励品種調査要領(2022)に準じて行った。

総 合 評 価

3 カ年の品種比較試験の結果から、良好な成績が確認された「JG ハイブリッドソルゴー(JG-H18)」が新たな本県の飼料作物奨励品種に指定された。

参 考 文 献

宮崎県.2022.宮崎県飼料作物奨励品種調査要領.2022 版.宮崎県,宮崎.

試 験 結 果

試験の結果を表 3、表 4、表 5、表 6、図 1、図 2、図 3、図 4 にそれぞれ示した。発芽、初期生育ともに良好であった。台風 6 号の影響で 1 番草は倒伏が見られた。また、1 番草・再生草ともに紫斑点病が見られた。供試品種の成績は以下のとおりである。

表3 1番草生育調査

品種名	発芽期 月日	発芽良否 *	初期生育 *	出穂期 月日	稈長 cm	穂長 cm	稈径 mm	茎数 本/m ²	刈取時 熟期	倒伏 %	病害**		
											紫斑点	ひょう紋	条斑細菌
ハイグレンソルゴー(標準)	5/15	9.0	9.0	7/20	202.0	19.6	9.4	70.7	糊熟期	13.3	2.3	2.3	1.3
JG-H18	5/15	9.0	8.3	7/24	229.8	24.1	9.9	71.7	糊熟期	33.3	3.0	2.0	1.3

*極不良1-9極良

** 無1-9甚

表4 2番草生育調査

品種名	再生良否 *	出穂期 月日	稈長 cm	穂長 cm	稈径 mm	茎数 本/m ²	刈取時 熟期	倒伏 %	病害**		
									紫斑点	ひょう紋	条斑細菌
ハイグレンソルゴー(標準)	9.0	10/16	235.9	20.3	11.4	55.0	乳熟期	0.0	2.7	1.0	1.0
JG-H18	8.7	10/20	221.3	22.4	13.5	38.0	乳熟期	0.0	3.3	1.0	1.0

*極不良1-9極良

** 無1-9甚

表5 生草収量

品 種 名	生草収量(kg/10a)						生草収量 (kg/10a) ①＋②
	茎 葉		穂		①	②	
	①	②	①	②			
ハイグレンソルゴー(標準)	5347.8	5487.1	180.7	591.6	5528.4	6078.7	11607.1
JG-H18	5065.6	4685.3	204.9	302.0	5270.4	4987.3	10257.8

表6 乾物率および乾物収量

品 種 名	乾物率(%)						乾物収量(kg/10a)						乾物収量 (kg/10a) ①+②
	茎 葉		穂		①	②	茎 葉		穂		①	②	
	①	②	①	②			①	②	①	②			
ハイグレンソルゴー(標準)	25.4	22.5	63.5	28.8	26.6	23.1	1355.1	1235.0	114.9	172.1	1470.0	1407.0	2877.0
JG-H18	26.8	23.9	49.1	29.0	27.7	24.2	1357.7	1119.2	100.4	87.2	1458.1	1206.4	2664.5

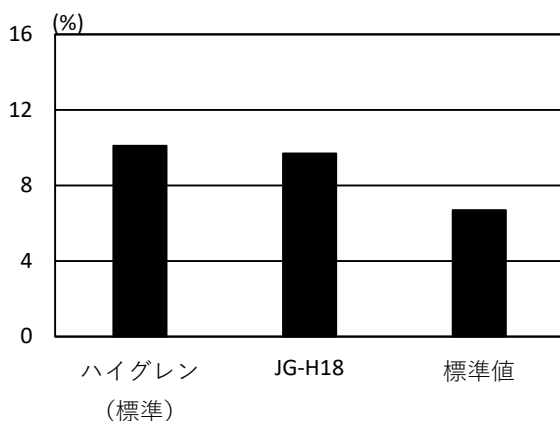


図1 1番草乾物中C P割合

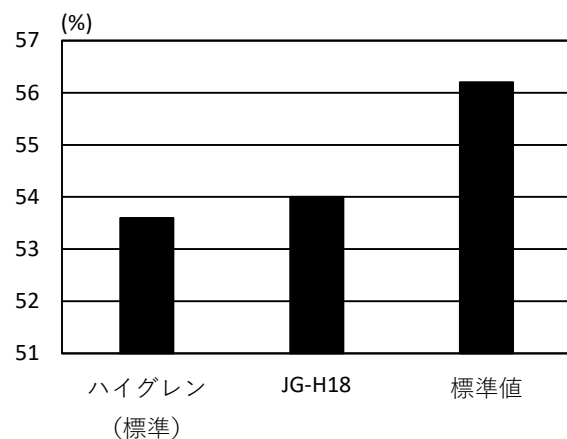


図2 1番草乾物中T D N割合

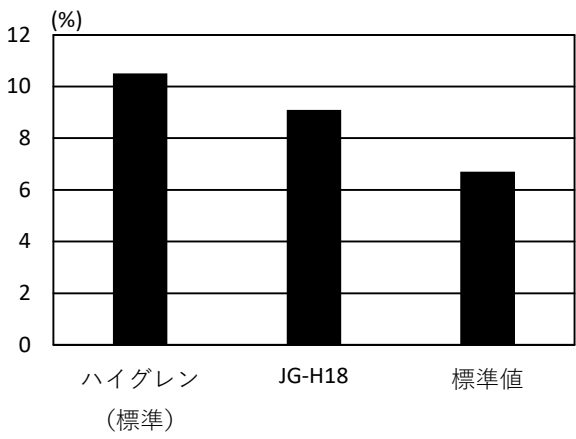


図 3 2 番草乾物中 C P 割合

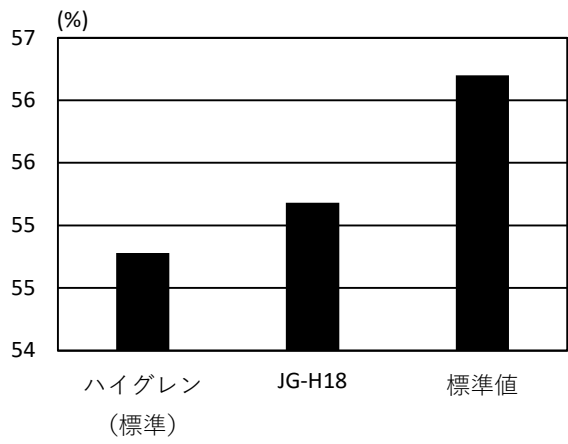


図 4 2 番草乾物中 T D N 割合

飼料用トウモロコシにおける ツマジロクサヨトウの防除技術の検討

井上 優子¹⁾・黒木 邦彦・廣津 美和

¹⁾ 西諸県農林振興局

Examining Technology to Control Fall Armyworm on Forage Maize

Yuko INOUE, Kunihiko KUROKI, Miwa HIROTSU

＜要約＞飼料用トウモロコシにおけるツマジロクサヨトウの被害と収量について、品種比較試験と薬剤比較試験を実施した。品種における被害の差は小さく、ツマジロクサヨトウが飛来、繁殖し、個体数が増えた時期に作付けを行う夏播きおよび二期作において、生育中期までの被害が収量に影響する傾向が認められた。試験の結果より、夏播きおよび二期作における生育中期までの薬剤防除が効果的であると示唆された。また、夏播きおよび二期作で乾物収量約 400kg/10a 以上の減収が予想される場合には、代わりにイタリアンライグラスとエンバクの混播をすることにより収量の確保が可能となる。

ツマジロクサヨトウは国内では 2019 年 7 月 9 日に鹿児島県で初めて幼虫が確認され、宮崎県内では 2019 年 7 月 10 日に飼料用トウモロコシのほ場で初めて確認された（農林水産省 2019）。2020 年には 42 道府県で発生が確認されており、報告された作物の約 8 割が飼料用および食用のトウモロコシであった（農林水産省 2020）。

ツマジロクサヨトウのトウモロコシへの被害の特徴は、雌成虫により展開間もない新葉に産卵されふ化した後、若齢幼虫は葉の表面を削り取るように加害し、その後、葉の芯の部分に潜り、抽出中の葉や雄穂を加害すると報告されている（石井・大野 2021；農林水産省 2021）

急速に分布を拡大したツマジロクサヨトウは、今後もさらなる発生拡大と毎年新たな個体群の飛来が予想されることから、場内ほ場で飼料用トウモロコシの栽培を行い、品種および播

種時期、薬剤散布回数を変えて試験を行うことによりツマジロクサヨトウの効果的な防除方法を検討するとともに、冬作物について収量調査を行うことにより被害の多い時期を避けた周年作付け体系の検討を行った。

試 験 方 法

1 試験地

宮崎県畜産試験場試験ほ場（黒色火山灰土壌）

2 供試品種

（1）品種比較試験

春播き：ゴールドデント KD671（KD671）

スノーデント 110（LG30500）

サイレージョーン NS118S（NS118S）

パイオニア 118 日（P2088）

晩播：スノーデントおとは（PI2008）

Z-Corn125(1F020)

スノーデント SH4812(SH4812)

Z-Corn128(ZX9280)

夏播き：パイオニア 135 日 (P3875)

パイオニア 135 日 (P3577)

スノーデント夏皇 (SH2933)

ゴールドデント KD850 (KD850)

パイオニア 130 日 (P3898)

グリーンデント 130(JG9006)

(2) 薬剤比較試験

パイオニア 135 日 (P3875)

パイオニア 135 日 (P3577)

(3) 冬作物の検討

イタリアンライグラス：Kyushu1

エンバク：ウルトラハヤテ韋駄天

3 播種日

(1) 品種比較試験

春播き：2022 年 4 月 8 日、2023 年 4 月 17 日

晩播：2022 年 5 月 9 日、2023 年 5 月 16 日

夏播き：2022 年 7 月 13 日、2023 年 7 月 18 日

(2) 薬剤比較試験

7 月播種：2023 年 7 月 14 日

8 月播種：2023 年 8 月 15 日

(3) 冬作物の検討

2023 年 9 月 15 日

4 播種法

(1) 品種比較試験

条間 0.75 m、株間 0.2 m

2 粒点播 1 本仕立て

(2) 薬剤比較試験

条間 0.75 m、株間 0.2 m

ジェットシーダによる播種

(3) 冬作物の検討

イタリアンライグラス

ドローンによる播種

エンバク

ブロードキャスターによる播種

5 施肥

(1) 品種比較試験

それぞれの播種時期における化成肥料の施肥量および散布日を表 1、表 2 に示した。

表 1 2022 年施肥

肥料名	施肥日(月/日)			施用量 (kg/a)	要素量(kg/a)				方法
	早播き	晩播	夏播き		N	P2O	K2O	MgO	
牛ふん堆肥	2/3	2/3	6/28	300	0.5	0.9	1.4	-	全面散布
過燐酸石灰	4/7	5/2		0.2	-	0.04	-	-	全面散布
ようりん	4/7	5/2		4.5	-	0.9	-	-	全面散布
NK2号	4/7	5/2		6.0	1.0	-	1.0	-	全面散布
BB550			7/11	6.0	0.9	0.9	0.6	-	全面散布
苦土石灰			7/11	15.0	-	-	-	1.5	全面散布
追肥(NK2号)	5/16	6/6	7/26	2.0	0.3	-	0.3	-	条間散布

表 2 2023 年施肥

肥料名	施肥日(月/日)			施用量 (kg/a)	要素量(kg/a)				方法
	早播き	晩播	夏播き		N	P2O	K2O	MgO	
牛ふん堆肥	2/8	2/8	2/8	300	0.5	0.9	1.4	-	全面散布
尿素	4/17	5/15	7/14	2.0	-	0.4	-	-	全面散布
ようりん	4/17	5/15	7/14	4.5	0.7	-	0.7	-	全面散布
塩化加里	4/17	5/15	7/14	1.0	-	-	0.6	-	全面散布
追肥(NK2号)	5/11	6/20	8/2	2.0	0.3	-	0.3	-	条間散布

(2) 薬剤比較試験

基肥として、牛糞堆肥 3000kg/10a を全面散布した。散布日は以下の通り。

7 月播種：2023 年 2 月 8 日

8 月播種：2023 年 5 月 22 日

(3) 冬作物の検討

基肥として、2023 年 9 月 4 日に牛糞堆肥 3000kg/10a を、2023 年 9 月 11 日にみやざき BB550 を 60kg/10a 全面散布した。追肥は 1 番草刈取後、2024 年 1 月 17 日に尿素を 8kg/10a 全面散布した。

6 試験区

(1) 品種比較試験

1 区 12 m² (条間 0.75 m×株間 0.2 m×4 条) とし、ラテン方格法で実施した。収量調査の際は、他品種の影響を除外するため、試験区の両端 2 条および前後 1.0 m を除いた 3 m²

(1.5 m×1.0 m×2 条) を調査した。

(2) 薬剤比較試験

試験区は表 3 に示すとおり設定した。1 区 15 m² (5 m×5 条) とし、ラテン方格法で実施した。

表 3 試験区

試験区設定	種子塗布 剤処理	散布剤処理			
		播種後 3週目	播種後 5週目	播種後 7週目	播種後 10週目
無防除区					
1回防除区		○			
2回防除区		○	○		
4回防除区		○	○	○	○
ルミビア区	○				
ルミビア+1回防除区	○	○			
ルミビア+2回防除区	○	○	○		

無防除区、1 回防除区、2 回防除区、4 回防除区では P3577 を使用し、ルミビア区、ルミビア+1 回防除区、ルミビア+2 回防除区では、種子塗布剤処理が施されている品種である P3875 を使用した

(3) 冬作物の検討

イタリアン単播区を 70a、イタリアン・エンバク混播区を 70a とし、それぞれ 1 m²×3 反復制を調査した。

7 薬剤

(1) 品種比較試験

薬剤散布は行わなかった。

(2) 薬剤比較試験

- ・ 1 回防除区、2 回防除区、ルミビア+1 回防除区、ルミビア+2 回防除区

カルタップ塩酸塩 (パダン SG 水溶剤)

希釈倍率：1000 倍

散布量：300 L/10 a

- ・ 4 回防除区

クロラントラニリプロール (プレバソンフロアブル)

希釈倍率：4000 倍

散布量：300 L/10 a

(3) 冬作物の検討

薬剤散布は行わなかった。

8 被害調査

トウモロコシの 4-5 葉期を生育初期、9-10 葉期を生育中期として各区 10 株についてそれぞれ被害スコアを調査した。また無防除区を対照に幼虫の種類を調査した。収穫調査時は各区 10 株について雌穂の被害スコアを調査した。被害スコアは表 4 および表 5 5 に示したとおり、農研機構九州沖縄農業研究センターが作成した 5 段階の基準を利用した。

表 4 茎葉における被害の評価方法

評点	被害の特徴	簡易	簡易版（読み替え）
1	目に見える被害なし	1	葉に被害跡がない、または、下位葉にピンホール状の被害痕がわずかにみられるのみである
2	1、2枚の下位葉にピンホール状の被害痕がわずかにある		
3	いくつかのピンホール状の穴や、小さな円形の被害痕が数枚の葉（4枚以下）にある	2	ピンホール状の穴や、小さな円形の穴が複数の葉に観察される。または、抽出中の葉に被害跡がみられるが長さは1.3cm以下である。
4	複数のピンホール状の穴や、小さな円形の被害痕が複数の葉（6-8枚）にあり、上位葉にも長さ1.3cm以下の被害痕がある		
5	長さ2.5cm以上※の被害痕を持つ葉が8-10枚あることに加え、上位葉に2.5cm以下の不定形の穴が観察される	3	長さ2.5cm以上の被害痕を持つ葉が8枚以上（または半数以上）ある。抽出中の葉には中小の不定形の穴が見られるが、2.5cmを上回る被害跡は見られない。
6	長さ2.5cmを大きく上回る被害痕や、上位葉に2.5cm以上の大きな不定形の穴がいくつか観察される		
7	長さ2.5cmを大きく上回る被害痕の数が多くなり、大きな不定形の穴が上位葉に観察される	4	ほとんどの上位葉に長さ2.5cmを大きく上回る被害痕が多数ある。抽出中の葉にも多数の不定形の穴が観察される。
8	ほとんどの上位葉に長さ2.5cmを大きく上回る被害痕が多数ある。抽出中の葉にも多数の不定形の穴が観察される		
9	被害により抽出中の葉がほぼなくなり、植物体が枯死する	5	被害により抽出中の葉がほぼなくなり、植物体が枯死する。

表 5 雌穂における被害の評価方法

評点	被害の特徴	簡易	簡易版（読み替え）
1	目に見える被害なし	1	被害なし
2	被害された粒が5粒以下あるいは全体の5%未満	2	被害が全体の10%未満
3	被害された粒が6-15粒あるいは全体の10%未満		
4	被害された粒が16-30粒あるいは全体の15%未満	3	被害が全体の35%未満
5	被害された粒が31-50粒あるいは全体の35%未満		
6	被害された粒が51-75粒あるいは全体の35%以上50%未満	4	被害が全体の60%未満
7	被害された粒が76-100粒あるいは全体の50%以上60%未満		
8	被害された粒が101粒以上あるいは全体の60%以上100%未満	5	被害が全体の60%以上
9	ほぼ100%の被害		

9 収量調査

トウモロコシは黄熟期に各区 10 株、イタリアアンライグラスおよびエンバクは出穂期に 1 m²を刈り取り、生草収量、乾物収量、TDN 収量を調査した。

7 月播種：2023 年 10 月 19 日

8 月播種：2023 年 11 月 8 日

(3) 冬作物の検討

1 番草：2023 年 12 月 13 日

2 番草：2024 年 3 月 15 日

10 収量調査日

(1) 品種比較試験

春播き：2022 年 7 月 28 日、2023 年 8 月 1 日

晩播：2022 年 8 月 22 日、2023 年 8 月 28 日

夏播き：2022 年 10 月 11 日、2023 年 10 月 18 日

(2) 薬剤比較試験

11 統計処理

EZR を使用した (Kanda Y 2013)。クラスカルワリス検定により比較を行った。

試 験 結 果

場内に設置したトラップでは、それぞれ 2022 年 4 月 1 日および 2023 年 5 月 12 日にツマジロクサヨトウの初飛来を確認した。

2022 年試験期間中の気温および降水量を図 1 に示した。気温は 6 月下旬が平年より高く推移した。降水量は 4 月下旬、7 月中旬、9 月中旬が平年より多く、4 月上旬、5 月上旬、6 月下旬、10 月上旬、10 月下旬、11 月上旬が平年より少

なかった。9 月 17 日から 19 日にかけて台風 14 号が通過した。

2023 年試験期間中の気温および降水量を図 2 に示した。4 月～8 月の気温は概ね平年通り推移した。9 月、11 月上旬、1 月上旬から 2 月下旬にかけての気温は平年より高かった。降水量は 6 月下旬、7 月上旬、8 月上旬が平年より多く、5 月下旬、6 月中～下旬、9 月上～中旬が平年より少なかった。8 月 8 日から 10 日にかけて台風 6 号が接近した。

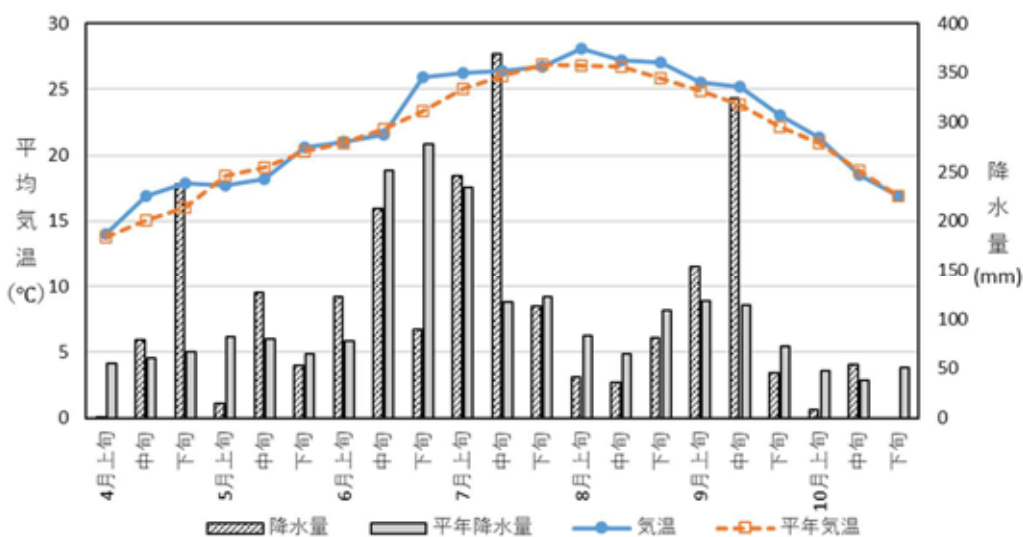


図 1 2022 年気温および降水量（気象庁 HP），小林市

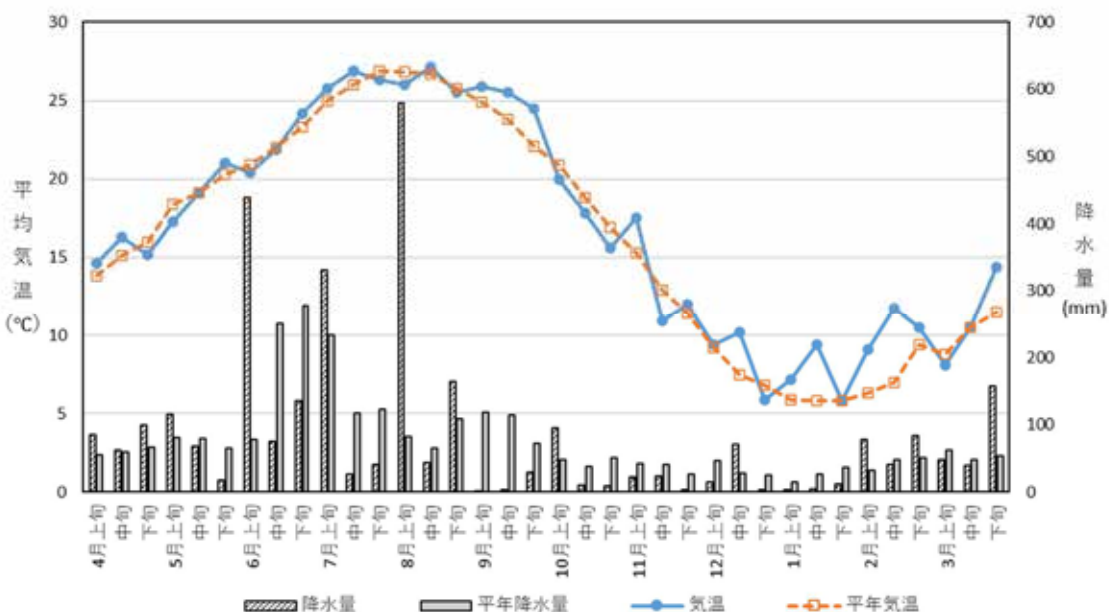


図 2 2023 年気温および降水量（気象庁 HP），小林市

(1) 品種比較試験

2022 年春播きの被害スコアを表 6 に示した。生育初期および生育中期では P2088、収穫期には LG30500 および NS118S が最も高い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 6 2022 年春播き被害スコア

品種名	生育初期	生育中期	収穫期
KD671	1.2	1.0	1.1
LG30500	1.1	1.0	1.5
NS118S	1.1	1.0	1.5
P2088	1.3	1.1	1.2

2022 年春播きの収量を表 7 に示した。P2088 が最も多い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 7 2022 年春播き収量 (kg/10a)

品種名	乾物収量	TDN収量
KD671	1852.9	1176.6
LG30500	1707.0	1144.5
NS118S	1812.0	1178.0
P2088	2423.2	1603.5

2022 年晩播の被害スコアを表 8 に示した。生育初期、生育中期では被害が見られなかった。収穫期では SH4812 および ZX9280 が最も高い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 8 2022 年晩播被害スコア

品種名	生育初期	生育中期	収穫期
PI2008	1.0	1.0	1.7
SH4812	1.0	1.0	2.0
ZX9280	1.0	1.0	2.0

2022 年晩播の収量を表 9 に示した。PI2008 が最も多い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 9 2022 年晩播収量 (kg/10a)

品種名	乾物収量	TDN収量
PI2008	2295.1	1466.6
SH4812	1819.3	1267.0
ZX9280	2016.0	1342.9

2022 年夏播きの被害スコアを表 10 に示した。生育初期では JG9006 および KD850、生育中期では KD850、収穫期では JG9006 および KD850 が最も高い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 10 2022 年夏播き被害スコア

品種名	生育初期	生育中期	収穫期
JG9006	1.4	2.3	1.7
KD850	1.4	2.0	1.7
P3898	1.1	2.1	1.5
SH2933	1.1	1.9	1.0

2022 年夏播きの収量を表 11 に示した。P3898 が最も多い傾向にあったが、有意差は認められなかった。台風 14 号により、倒伏が見られ、全体的に収量が少ない結果となった。

表 11 2022 年夏播き収量 (kg/10a)

品種名	乾物収量	TDN収量
JG9006	1543.4	1028.9
KD850	1480.0	971.7
P3898	1701.8	1088.9
SH2933	1662.7	1024.5

2023 年春播きの被害スコアを表 12 に示した。生育初期では KD671、生育中期では全ての品種で同程度の被害が見られた。収穫期には LG30500 が最も高い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 12 2023 年春播き被害スコア

品種名	生育初期	生育中期	収穫期
KD671	1.1	1.1	1.0
LG30500	1.0	1.1	1.3
NS118S	1.0	1.1	1.1

2023 年春播きの収量を表 13 に示した。KD671 が最も多い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 13 2023 年春播き収量
(kg/10a)

品種名	乾物収量	TDN収量
KD671	1731.6	1151.2
LG30500	1346.1	918.7
NS118S	1588.0	1056.5

2023 年晩播の被害スコアを表 14 に示した。生育初期、生育中期では被害が見られなかった。収穫期では SH4812 が最も高い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 14 2023 年晩播被害スコア

品種名	生育初期	生育中期	収穫期
1F020	1.0	1.0	1.0
PI2008	1.0	1.0	1.7
SH4812	1.0	1.0	1.8

2023 年晩播の収量を表 15 に示した。乾物収量は PI2008、TDN 収量は SH4812 が最も多い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 15 2023 年晩播収量
(kg/10a)

品種名	乾物収量	TDN収量
1F020	1392.0	935.9
PI2008	1693.3	1025.2
SH4812	1480.6	1050.5

2023 年夏播きの被害スコアを表 16 に示した。生育初期では P3577 が最も高い傾向にあったが、有意差は認められなかった。生育中期では

全ての品種で同程度の被害が見られた。収穫期では KD850 が最も高い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 16 2023 年夏播き被害スコア

品種名	生育初期	生育中期	収穫期
KD850	1.2	1.1	2.0
P3577	1.3	1.1	1.6
P3875	1.1	1.1	1.8
SH2933	1.2	1.1	1.5

2023 年夏播きの収量を表 17 に示した。P3875 が最も多い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 17 2023 年夏播き収量
(kg/10a)

品種名	乾物収量	TDN収量
KD850	1271.2	871.5
P3577	1588.4	1057.4
P3875	1914.0	1254.9
SH2933	1460.1	941.3

(2) 薬剤比較試験

7 月播種の被害スコアを表 18 に示した。生育初期では 2 回防除区、生育中期では無防除区、収穫期ではルミビア+1 回防除区が最も高い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 18 7 月播種被害スコア

	生育初期	生育中期	収穫期
無防除区	1.2	1.2	1.6
1回防除区	1.4	1.1	1.5
2回防除区	1.6	1.1	1.6
4回防除区	1.5	1.0	1.2
ルミビア区	1.3	1.1	1.7
ルミビア+1回防除区	1.3	1.1	1.8
ルミビア+2回防除区	1.4	1.0	1.7

7 月播種の収量を表 19 に示した。ルミビア+2 回防除区が最も多い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 19 7 月播種収量 (kg/10a)

	乾物収量		TDN収量	
	1番草	再生草	1番草	再生草
イタリアン単播区	509.8	398.7	351.2	275.9
イタリアン・エンバク混播区	711.9	320.4	462.9	222.7

8 月播種の被害スコアを表 20 に示した。生育初期では無防除区、生育中期ではルミビア区が最も高い傾向にあったが、有意差は認められなかった。収穫期では被害が見られなかった。

表 20 8 月播種被害スコア

	生育初期	生育中期	収穫期
無防除区	1.2	1.1	1.0
1回防除区	1.1	1.1	1.0
2回防除区	1.1	1.1	1.0
4回防除区	1.1	1.1	1.0
ルミビア区	1.0	1.4	1.0
ルミビア+1回防除区	1.1	1.2	1.0
ルミビア+2回防除区	1.1	1.2	1.0

8 月播種の収量を表 21 に示した。ルミビア区が最も多い傾向にあったが、有意差は認められなかった。

表 21 8 月播種収量 (kg/10a)

	乾物収量	TDN収量
無防除区	1795.9	1034.0
1回防除区	1808.4	1041.6
2回防除区	1732.6	993.1
4回防除区	1765.7	1007.3
ルミビア区	2093.3	1179.4
ルミビア+1回防除区	1877.0	1068.4
ルミビア+2回防除区	1841.4	1042.3

(3) 冬作物の検討

イタリアン単播区、イタリアン・エンバク混播区の収量を表 22 に示した。有意差は認められなかった。

表 22 冬作物収量 (kg/10a)

	乾物収量	TDN収量
無防除区	1781.3	1185.3
1回防除区	1844.4	1248.1
2回防除区	1835.7	1257.8
4回防除区	1916.0	1309.0
ルミビア区	2086.8	1429.1
ルミビア+1回防除区	1965.6	1329.0
ルミビア+2回防除区	2317.7	1556.7

考 察

(1) 品種比較試験

全ての品種間の被害の差に有意差は認められなかった。夏播きでの被害が高い傾向にあり、4 月から 5 月にかけて飛来したツマジロクサヨトウが繁殖し、増加している影響と考えられた。

(2) 薬剤比較試験

7 月播種では生育初期の被害が各区で見られたが、クロラントラニリプロール塗布処理区では少ない傾向が見られたことに対し、生育中期には薬剤防除を行う区での被害が抑えられ、無防除区を除いたすべての区の被害が同程度であった。また、8 月播種のルミビア区では、生育初期には被害が見られなかったのに対し、生育中期にはその他の区よりも被害が大きく推移していることから、クロラントラニリプロール塗布処理は発芽から生育初期までの防除に効果的であると考えられた。

クロラントラニリプロール塗布処理をしていない区では、生育中期の被害が少ないほど収量が多い傾向が見られるため、生育中期までの防除が減収対策に効果的であると考えられた。

(3) 冬作物の検討

被害が多いとされるトウモロコシの 2 期作目をイタリアンライグラスとエンバクの混播で置き換え、比較を行った場合、年間合計乾物収量はトウモロコシ 2 期作+イタリアン単播の方が約 400kg/10a 多い。今回の試験では 2 期作ト

ウモロコシにツマジロクサヨトウによる食害および収量に有意差が認められなかったため、作付け体系による収量差だと考えられる。トウモロコシの2期作目でツマジロクサヨトウによる400kg/10a以上の減収が見込まれる場合には、イタリアンライグラスとエンバクの混播に置き換えることにより被害を抑えることができると考えられる。

結 論

試験の結果より飼料用トウモロコシの品種によるツマジロクサヨトウ防除は難しく、農薬による防除が効果的であることが示唆された。また、種子塗布剤の利用は、発芽から生育初期までの防除に効果的であり、生育中期までの防除が減収対策に効果的であると考えられた。ツマジロクサヨトウが飛来し始めた4月～5月にかけての播種では被害が少ないが、ツマジロクサヨトウが繁殖して数が増えた7月以降の播種では被害が多いため、種子塗布剤と散布剤を組み合わせることで生育中期までの被害を抑えることにより効率的な防除が可能である。また、夏播きおよび二期作で乾物収量約400kg/10a以上の減収が予想される場合には、代わりにイタリアンライグラスとエンバクの混播をすることにより収量の確保が可能となる。

今回の試験は、農薬の登録状況により1部農薬の入手が困難であったため、クロラントラニプロール塗布無処理区とクロラントラニプロール塗布処理区で異なる品種を供試して試験を行っている。品種の特性による収量への影響が考えられるため、今後は同じ品種を用いて試験を行い、結果を検討していく必要がある。

謝 辞

本研究は日本中央競馬会畜産振興事業「飼料

害虫ツマジロクサヨトウの防除対策事業」の支援を受けて行った。

参 考 文 献

- 石井康之・大野和朗. 2021. ツマジロクサヨトウ防除飼料生産マニュアル改訂二版. 宮崎大学, 宮崎; [cited 21 July 2023]. Available from URL: <http://www.miyazaki-u.ac.jp/ags/bunner/38051e8c575540e69efb349fc07e28604f778405.pdf>
- Kanda Y. 2013. Investigation of the freely Available easy-to-use software ‘EZR’ for medical statistics. Bone Marrow Transplant. 2013. 48, 452-8.
- 農林水産省. 2019. 令和元年のツマジロクサヨトウの発生状況（令和2年3月5日更新）. 農林水産省, 東京; [cited 21 July 2023]. Available from URL: https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/k_kokunai/attach/pdf/tumajiro-77.pdf
- 農林水産省. 2020. 令和2年のツマジロクサヨトウの発生状況（令和2年11月6日更新）. 農林水産省, 東京; [cited 21 July 2023]. Available from URL: https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/k_kokunai/attach/pdf/tumajiro-146.pdf
- 農林水産省. 2021. 「ツマジロクサヨトウ」防除マニュアル本編（第2版）. 農林水産省, 東京; [cited 21 July 2023]. Available from URL: https://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/keneki/k_kokunai/attach/pdf/tumajiro-150.pdf

中ヨークシャー交雑種の肥育管理技術の検討

壺岐 侑祐・高橋 京史・岩切 正芳・竹之山 慎一¹⁾

¹⁾ 南九州大学

A study of fattening management techniques for Middle White crossbreds.

Yusuke IKI, Atushi TAKAHASHI, Masayoshi IWAKIRI and Shinichi TAKENOYAMA

＜要約＞本県では、中ヨークシャー交雑種で背脂肪が厚くなることを抑える肥育管理技術を検討した。まず、肥育後期飼料への切替え時期を検討した。切替え体重が 75 kg で、65 kg および 60 kg に比べて 1 日増体量が高く、出荷日齢が早かった。次に可消化養分総量 (TDN) で 65%、72% および 77% の 3 つの水準を設け、発育および肉質への影響を調査した。飼料の TDN が低くなるにつれて、1 日増体量の低下、試験終了日齢の延長、飼料要求率の増加がみられた。それぞれの試験で、背脂肪の厚さに有意な差は認められなかった。以上のことから、中ヨークシャー交雑種は、肥育後期への切替えは 75 kg に達した時点で実施する。TDN は 65% から 72% の範囲の飼料を用いることで、背脂肪沈着の増加を抑制した豚肉生産ができることが示唆された。

豚肉生産では、地域性、食味性、飼育管理による豚肉の付加価値を高める取り組みが盛んに行われている。本県では、肉質の優れる品種による銘柄豚の作出を目指して、中ヨークシャー種を導入している。中ヨークシャー種の二元交雑品種の比較試験において、中ヨークシャー種とデュロック種の二元交雑種 (YD) は、発育と肉質がともに LWD に比べて良好であることを報告している (宮崎ら, 2018)。しかし、YD は、背脂肪が厚くなりやすい特徴を持っている。

背脂肪が厚いと、ロース芯の面積が小さくなるため、市場で好まれにくく、枝肉取引規格では、背脂肪が 2.4 cm を上回ると格落ちしてしまう。このため、脂肪沈着を抑制する飼育管理が研究されている。パークシャー種の背脂肪厚改善では、雌雄混飼にすること、後期用飼料への切替え時期を早めること、後期飼料の TDN を低減させることで背脂肪厚を改善し、上物率を向上させられることが報告されている (大小田ら, 2017)。

そこで、本試験では YD で背脂肪の沈着を抑えることを目的として、後期飼料の給与開始時期および TDN の水準の検討を行ったので報告する。

材料および方法

(試験 1) 肥育後期への切替え体重の影響

令和 2 年 10 月から令和 3 年 1 月に実施した。肥育後期飼料への切替え体重を 60kg 切替え区、65kg 切替え区及び 75kg 切替え区の 3 区を設けた。飼料は、肥育前期では、市販飼料 (粗タンパク質 (CP) : 15.5% 以上、TDN 78.0% 以上) を与えた。肥育後期では、トウモロコシと大豆粕を主体とする指定配合飼料 (CP14%、TDN70%) を飼料会社に依頼して調製し、給与した。YD の去勢を各区に対して 4 頭ずつ計 12 頭を供試した。飼育管理は単飼、自由飲水および不断給餌とした。体重を毎週測定し、110kg 到達を目安に出荷した。調査項目は、日増体量、飼料要求率、背脂肪、上物率とした。なお、日増

体重は、出荷時の体重から試験開始前の体重を減した試験期間の増加体重を、試験終了日齢から試験開始日齢を減して算出した試験期間で除して、算出した。飼料要求率は、試験期間の増加体重を試験期間中の飼料摂取量で除して算出した。終了体重に達した豚は、ミヤチク都農工場に出荷した。背脂肪および枝肉重量は、畜肉計算書で評価した。

統計解析には、統計ソフト R を用いた。有意差の検定は、一元配置の分散分析を行い、有意差のある項目は、Tukey 法による多重比較検定を行った。

(試験 2)

2-1 肥育後期の飼料中 TDN が発育に及ぼす影響
令和 3 年 6 月から令和 3 年 7 月に実施した。試験は、TDN を 65%、72%、77% の 3 水準に分け、全ての試験区で CP は 14% となるようにトウモロコシと大豆粕を主体とする指定配合飼料を飼料会社に依頼して調製し、給与した。YD の去勢および雌を各区に対してそれぞれ 4 頭ずつ計 24 頭を供試した。各区に開始体重が均等になるように割り当てた。試験開始体重は、 75.5 ± 4.61 kg であった。

調査項目は、日増体量、飼料要求率、出荷日齢、背脂肪、上物率とした。統計解析には、統計ソフト R を用いた。有意差検定は飼料中の TDN と性別を要因とした二元配置分散分析を行い、有意差のあるものは Tukey 法による多重比較検定を行った。

2-2 肥育後期の飼料中 TDN が豚肉の理化学特性に及ぼす影響

肉の理化学分析には、と畜 3 日後に試験場に運び込まれた左ロース肉を用いて、水分、筋肉内脂肪含量、ドリップロス、加熱損失率、剪断力価、脂肪融点、脂肪酸組成、遊離アミノ酸含量、 α -トコフェノール含量を調査した。

水分は、加熱乾燥機を用いて 135℃ で 2 時間加熱し、30 分放冷した後、加熱前後の重量減量率で調査した。

粗脂肪含量は、エーテルによるソックスレー抽出法で測定した。

ドリップロスは、ナイロンバック法を用いた。

加熱損失は、冷凍状態でロース肉の繊維が縦にはするように 2cm×2cm×5cm にカットしたサンプルを 70℃ で 60 分湯煎し、30 分放冷した後、キムタオルでドリップを拭き取り、拭き上げ後の重量を測定し、重量減少率を算出した。

剪断力価は、加熱損失測定後のサンプルを用いて、イントロンにより測定を行った。

色調変化は、CONICAMINOLTA 社製の色彩色査計 (GR400) を用いてロース肉の表面の色調を 10 カ所以上測定し、L 値、a 値および b 値を測定した。

脂肪融点は、ガラス毛细管を用いた常法で測定した。

脂肪酸組成は、先に得られた脂質抽出物の一部を用い、Takenoyama ら (1999) の方法に準じて脂肪酸メチルエステル調製を行い、キャピラリーカラムガスクロマトグラフィー (GC-2014) により分析を行った。

遊離アミノ酸含量は、Nishimura ら (1988) の方法に準じて、細切したロース肉に 4 倍量の 2% スルホサリチル酸溶液を加え、ホモジナイズし、遠心分離後の上清をフィルターろ過 ($0.45 \mu\text{m}$) したものをアミノ酸自動分析器 (SHIMAZU LC-MS UF-Amino Station: 島津社製) にて分析した。

ビタミン E 含量は Yamauchi ら (1980) の方法に準じて、細説したロース肉および脂肪組織を 60% KOH で 25 分間ケン化後、ヘキサンにて抽出を行い、高速液体クロマトグラフ (HPLC) 分析による定量を行った。

結果および考察

1 肥育後期への切替え体重の影響

肥育後期飼料への切替え時期の違いによる発育への影響を表 1 に示した。日増体量は、75kg 切替え区で最も高く、次いで 65kg 切替え区で、60kg 切替え区が最も低くなった。齊藤ら (2003) は、ランドレース種の肥育後期で、TDN を 77% と 71%、CP を 14% と 11% で給与し、TDN77% で TDN71% に比べて、一日平均増体量が高く、飼料要求率が低いことを報告している。今回の試験で用いた肥育

前期飼料は、肥育後期飼料に比べて CP および TDN が高く、75kg 切替え区は、他の 2 区に比べて相対的に CP と TDN の高い肥育前期飼料を給与される期間が長いこと、日増体量が高かったと考えられる。

背脂肪厚は、75kg 切替え区で他の区よりも厚くなったが、豚枝肉取引規格では、2.4cm 以下を上物とするため、75kg 切替え区であっても、背脂肪は平均 2.3cm と格落ちにならない。このため、YD の肥育飼料の切替え時期は 75kg 時点での切替えが適当と考えられる。

2-1 肥育後期の飼料中 TDN が発育に及ぼす影響

肥育後期飼料の TDN の違いが発育に及ぼす影響を表 2 に示した。日増体量は、TDN75%区で最も高く ($p<0.01$)、次いで TDN65%区で、TDN72%が最も低くなった。TDN65%で TDN72%に比べて日増体が高いが、有意差はなく、また平均 70g の差であり、両区に違いはないものと考えられる。

飼料要求率は TDN75%で最も低く、次いで TDN72%区で、TDN65%が最も高くなった。一方で、背脂肪は、TDN75%区で最も厚く、次いで TDN72%区で、TDN65%が最も薄くなった。背脂肪の性別間の差では、TDN75%で雌 2.5cm、去勢 2.9cm、TDN72%で雌 1.7cm、去勢 2.8cm 及び TDN65%で雌 2.0cm、去勢 2.7cm であった。去勢で背脂肪が厚くなったことは、日増体重が雌では 932g/日、去勢で 964g/日であり、雌に比べて発育が速く、発育の速い豚では脂肪が厚くなりやすいことが知られていることから、去勢で背脂肪が厚くなったと考えられる。また、TDN が低下することで、去勢及び雌で背脂肪は低下した。さらに去勢で背脂肪が厚く、2.4cm を下回らなかったが、雌では TDN72%から背脂肪が 2.4cm を下回った。

以上のことを踏まえると、YD では、背脂肪の厚さが 2.4cm 以下とするには、TDN を 65%から 72%の範囲で飼料を設計する必要がある。

2-2 肥育後期の飼料中 TDN が豚肉の理化学的特性に及ぼす影響

飼料中の TDN が豚肉の理化学特性に及ぼす影響

を表 3 に示した。TDN が低下すると水分が多くなった。脂肪含量では、飼料の差はなかったが、性別間に有意差がみられた。これは、脂肪含量の平均が TDN75%では、去勢 3.83%、雌 4.42%、TDN72%では、去勢 4.31%、雌 4.18%、及び TDN65%では、去勢 3.12%、雌 4.19%であり、雌では TDN の影響がみられない一方で、去勢では TDN65%で脂肪含量が低下したことによるものと考えられる。ロース肉中の遊離アミノ酸含量、図 1 および図 2 に脂肪酸組成を示した。脂肪酸組成およびアミノ酸組成では、ロース肉中及び脂肪組織中の脂肪酸組成では、ほぼ同様の値であり飼料の TDN の影響はみられなかった。

試験 1 および試験 2 から、YD で出荷時の背脂肪が厚くなることを防ぐためには、肥育後期飼料の TDN を 65%から 72%の範囲で制限することが必要であることが示唆された。また、TDN を下げた飼料を YD に給与することで、ロース肉中の水分が増加するとともに、去勢では、TDN を 65%まで下げると去勢のロース中の脂肪含量が低下する可能性があることがわかった。しかし、それ以外の理化学的な分析値では、TDN を 65%まで下げても影響はみられなかった。

以上の結果から、YD では、肥育後期飼料への切り替え体重を約 75kg とすることや、肥育後期飼料を CP13.5%で、TDN を 65%から 72%の範囲で給与することで、背脂肪沈着を抑制し、枝肉格付けにあった生産が可能になることが示唆された。

表1 発育成績(肥育後期への切替え体重の影響)

	60kg切替え区	65kg切替え区	75kg切替え区
開始日齢(day)	102.3 ± 8.58	104.5 ± 9.95	109.8 ± 5.19
終了日齢(day)	165.5 ± 11.70	165.0 ± 6.38	149.5 ± 4.65
開始体重(kg)	61.3 ± 0.5 ^c	66.6 ± 3.038 ^b	74.6 ± 0.48 ^a
終了体重(kg)	109.9 ± 3.33	110.0 ± 2.94	110.3 ± 0.96
日増体量(g/day)	773.1 ± 77.66 ^{ab}	721.4 ± 48.26 ^b	904.9 ± 99.85 ^a
飼料摂取量(kg/day)	3.3 ± 0.11	3.4 ± 0.39	4.1 ± 0.52
飼料要求率	4.3 ± 0.34	4.7 ± 0.36	4.5 ± 0.20
枝肉重量(kg)	73.8 ± 2.87	72.0 ± 3.41	71.1 ± 3.09
背脂肪厚(cm)	1.9 ± 0.06	2.2 ± 0.37	2.3 ± 0.34

異符号間に $p < 0.05$ で有意差あり

表2 発育成績(肥育後期の飼料中 TDN が発育に及ぼす影響)

	TDN75%区	TDN72%区	TDN65%区	水準	性	水準×性
開始時日齢 (day)	113.5 ± 4.66	113.5 ± 4.66	113.5 ± 4.66	NS	NS	NS
終了時日齢 (day)	146.5 ± 5.66 ^a	163.3 ± 8.31 ^b	165.0 ± 4.60 ^b	<0.01	<0.01	<0.01
開始体重 (kg)	76.0 ± 5.63	76.1 ± 4.65	74.5 ± 4.24	NS	NS	NS
終了体重(kg)	115.5 ± 2.20	115.5 ± 2.41	115.9 ± 1.21	NS	NS	NS
日増体量(g/day)	1066.9 ± 0.09 ^b	805.6 ± 0.14 ^a	812.4 ± 0.12 ^a	<0.001	NS	NS
飼料摂取量 (kg)	116.7 ± 14.92 ^a	166.7 ± 22.56 ^b	181.7 ± 27.17 ^b	<0.01	<0.01	NS
飼料要求率	3.0 ± 0.59 ^a	4.3 ± 1.09 ^{ab}	4.4 ± 0.61 ^b	<0.01	<0.01	NS
枝肉重量 (kg)	74.6 ± 1.79	75.0 ± 2.61	75.2 ± 2.04	NS	NS	NS
背脂肪 (cm)	2.7 ± 0.44	2.5 ± 0.58	2.3 ± 0.49	NS	<0.05	NS

異符号間に $p < 0.01$ で有意差あり

表3 肉質成績

	TDN75%区	TDN72%区	TDN65%区	飼料	性別	飼料×性別
水分(%)	72.9 ± 0.71	72.7 ± 0.57	73.4 ± 1.02	<0.05	<0.01	<0.01
粗脂肪(%)	3.6 ± 1.06	3.4 ± 0.51	3.0 ± 0.90	NS	<0.05	NS
ドリップロス(72h)(%)	5.8 ± 2.05	7.1 ± 1.84	6.1 ± 1.85	NS	NS	NS
加熱損失(%)	26.0 ± 1.78	25.4 ± 1.87	25.6 ± 1.98	NS	<0.05	NS
剪断力価(g/cm)	4,933.6 ± 1,063.46	4,995.1 ± 1,143.13	5,407.4 ± 1,154.67	NS	NS	NS
脂肪融点(°C)	37.3 ± 3.27	38.7 ± 3.95	39.7 ± 2.52	NS	NS	NS

表4 ロース肉中の遊離アミノ酸含量 (mg/100g)

	TDN75%区	TDN72%区	TDN65%区
アスパラギン酸	0.5 ± 0.2	0.4 ± 0.2	0.7 ± 0.4
グルタミン酸	8.3 ± 1.8	8.6 ± 1.4	8.4 ± 1.6
アスパラギン	1.3 ± 0.2	1.4 ± 0.3	1.4 ± 0.5
セリン	4.7 ± 0.8	4.1 ± 0.7	4.7 ± 0.7
グリシン	7.2 ± 1.4	8.9 ± 2.7	9.7 ± 1.6
グルタミン	22.6 ± 4.1	29.6 ± 5.8	25.5 ± 3.5
ヒスチジン	1.9 ± 0.5	1.9 ± 0.3	2.0 ± 0.5
スレオニン	3.3 ± 0.8	3.4 ± 0.5	3.4 ± 0.8
アラニン	17.6 ± 1.7	17.6 ± 2.7	17.9 ± 2.1
アルギニン	3.7 ± 0.4	3.5 ± 0.4	4.1 ± 1.0
プロリン	3.4 ± 0.4	3.1 ± 0.5	3.1 ± 0.3
チロシン	2.8 ± 0.3	2.6 ± 0.6	3.0 ± 0.7
バリン	4.6 ± 0.5	4.1 ± 0.7	4.7 ± 0.7
メチオニン	2.2 ± 0.4	1.9 ± 0.6	2.4 ± 0.6
リジン	4.6 ± 0.4	4.2 ± 0.7	4.9 ± 0.7
イソロイシン	1.5 ± 0.1	1.4 ± 0.3	1.7 ± 0.3
ロイシン	6.4 ± 0.9	5.9 ± 1.3	7.1 ± 1.6
フェニルアラニン	3.2 ± 0.6	3.2 ± 0.5	3.4 ± 0.5
トリプトファン	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.2	0.9 ± 0.2
Total	89.2 ± 9.1	91.7 ± 8.7	96.2 ± 11.1

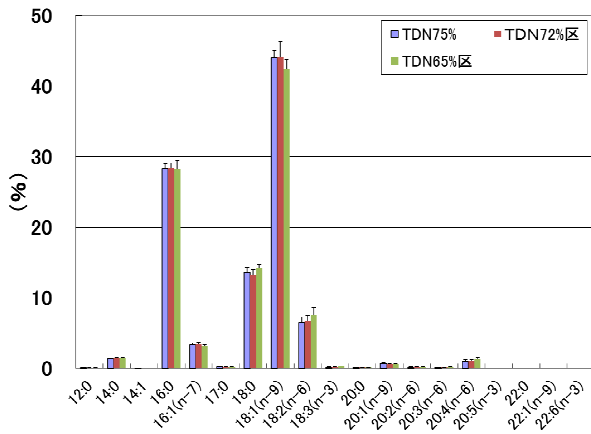


図 1 ロース肉中の脂肪酸組成

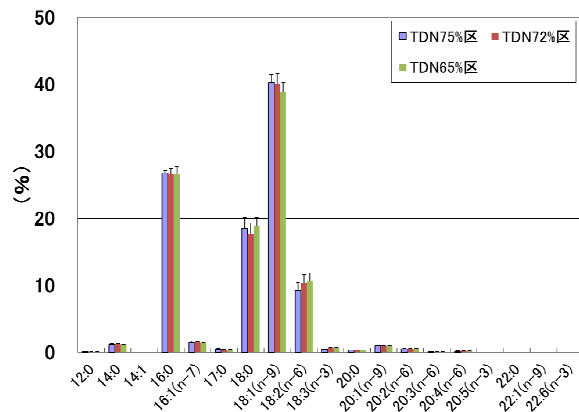


図 2 ロース周辺脂肪の脂肪酸組成

文 献

- 宮崎涼子, 内山伸二, 西礼華, 竹之山慎一. 2018.
 新生みやざき豚の創出試験 (第 1 報). 宮崎
 県畜産試験場研究報告 29, 38-45.
- Nishimura, T., Rhue, M., R., Okitani, A., Kato,
 H. (1988) Components conditioning to the
 improvement of meat taste during storage.
 Agric. Biol. Chem. 52, 2323-2330.
- 大小田勉, 喜田克憲, 大塚彰. 2017. かがしま黒
 豚の背脂肪厚改善による上物率向上の検討.
 日本養豚学会誌 54(4), 168-176.
- 齋藤常幸, 須藤英紀, 五十嵐宏行, 今田哲雄.
 (2003). 給与飼料中の TDN および CP 水準
 の違いが肉豚の産肉能力および窒素排泄量
 に及ぼす影響. 日本養豚学会誌, 40(3),
 121-128.
- Takenoyama, S., Kawahara, S., Murata, H.,
 Yamauchi, K. (1999) Investigation of some
 preparation procedures of fatty acid
 methyl esters for capillary gas - liquid
 chromatographic analysis of conjugated
 linoleic acid in meat. Anim. Sci. J. 70,
 336-342.

中ヨークシャー種の繁殖能力試験

岩切 正芳・高橋 京史・壺岐 侑祐・岐本 博紀¹⁾¹⁾ 延岡家畜保健衛生所

Examination of fertility of Middle White

Masayoshi IWAKIRI, Atsushi TAKAHASHI, Yusuke IKI, Hironori KIMOTO

＜要約＞中ヨークシャー種を連産させた繁殖能力試験を行なった。その結果、中ヨークシャー種は7産までの産歴平均の総産子数が9.1頭であった。産歴では5産目が12.7頭と最も多くなり、その後減少した。また、育成率は平均哺乳開始頭数が10頭を超える4～5産目で低下する傾向にあった。さらに、中ヨークシャー種とデュロック種の交雑種（YD）は、中ヨークシャー種の純粋種（YY）に比べ生時、1週齢および3週齢体重が有意（ $p<0.01$ ）に重くなり、育成率が高い傾向にあった。

中ヨークシャー種は希少品種となっており、その肉質は筋繊維が細かく柔らかで、脂肪はオレイン酸含量が高く旨味があるという特徴を持っている。そこで、当场でも消費者に求められる肉質に特化した中ヨークシャー種を活用した生産方式を検討するため、平成27年度に中ヨークシャー種の雌18頭、雄7頭を国内の民間種豚会社から導入し、他品種との交雑試験や種雌豚の育成方法等の飼養試験を行ってきた（宮崎ら, 2018. 宮本ら, 2019. 岩切ら, 2020. 岩切ら, 2021 および壺岐ら, 2021）。

中ヨークシャー種の繁殖成績に関する情報は、一般にF1母豚に比較して体格で劣り産子数が少ないという情報はあったが、連産性や哺育能力に関する情報は少なかった。このため、中ヨークシャー種の繁殖能力試験を行ない、連産性や哺育能力などの繁殖能力を明らかにした。

材料および方法

1 試験期間

令和3年度～令和5年度

2 供試豚

(1) 分娩頭数

平成27年度に導入した中ヨークシャー種を翌年度から交配し、生まれた子豚の中から育成豚を選抜して繁殖群を維持してきた。令和2年度以降は、繁殖豚を更新せずに年2回分娩（7～8月分娩および1～2月分娩）させた。各年度の分娩頭数は表1のとおりである。

表1 分娩頭数								(頭)
年度	1産	2産	3産	4産	5産	6産	7産	計
令和3年	11	7	6	5				29
令和4年	1	1	7	3	3	3		18
令和5年	1				3	1	3	8

(2) 飼養管理

繁殖雌豚を開放式種豚舎のストールで飼育し、交配は人工授精を行ない、分娩予定の約1週間前にウインドレス分娩豚舎に移動して分娩させた。

分娩後約3～5週間で離乳し、離乳翌日から種豚舎で発情を観察した。

表2に繁殖雌豚の飼料の種類及び給与量を示した。いずれの時期も朝夕2回給餌で、分娩当日は給与せ

ず、翌日から徐々に増やし 7 日目から飽食させた。
また、離乳日の 3 日前から給与量を減らし、離乳当日は給与せず、3 日かけて維持期の給与量にした。

表 2 繁殖雌豚の飼料の種類及び給与量

区分	飼料	TDN	DCP	1 日給与量
維持期	種豚用	72.0%	14.5%	2.2~2.5kg
妊娠前期	〃	〃	〃	〃
妊娠後期	〃	〃	〃	3.0~3.5kg
授乳期	〃	〃	〃	飽食

TDN：可消化養分総量、DCP：可消化タンパク質

3 試験内容

(1) 産歴別の繁殖成績

令和 3~5 年度の冬期と夏期に分娩した中ヨークシャー種について、産歴別の繁殖成績を調査した。調査項目は妊娠期間、総産子数、哺乳開始頭数、離乳頭数、育成率、子豚体重（生時・1 週齢・3 週齢）および母豚体重（分娩室移動時）とした。総産子数は黒子を除外し、哺乳開始頭数は死産や分娩直後の圧死等の事故死を除外した。離乳頭数は 3 週齢時の生存頭数とし、離乳頭数を哺乳開始頭数で除して、育成率とした。

(2) 交配雄品種別の繁殖成績

場内飼育の中ヨークシャー種とデュロック種の雄豚を用いて人工授精を行ない、交配雄品種別の繁殖成績を調査した。人工授精は原則として、1 発情期に同一雄豚の精液を中ヨークシャー種の雌豚に 3 回（精子活力 90%以上、精子数 1 ボトル 80 億個以上）行なった。

調査項目は (1) と同様に妊娠期間、総産子数、哺乳開始頭数、離乳頭数、育成率、子豚体重（生時・1 週齢・3 週齢）とした。

(3) 授乳期間別の発情再帰日数

子豚を約 3~5 週齢で離乳して、授乳期間別の発情再帰日数を調査した。発情確認は、種豚舎で離乳翌日から雌豚を雄豚房前の通路に出して許容等の発情兆候を観察した。なお、肢蹄悪化等が原因で飼育困難になった母豚は調査から除外した。

(4) 妊娠期の増し飼い開始日別の繁殖成績

令和 4~5 年度における 4 回の妊娠期間について、妊娠期の増し飼い開始日別の繁殖成績を調査した。

妊娠期の増し飼い開始日を妊娠 85 日目、90 日目及び 100 日目に区分し、令和 4 年度の 1 回目は 85 日目と 100 日目、2 回目は妊娠 90 日目と 100 日目、令和 5 年度の 1 回目は妊娠 90 日目と 100 日目、2 回目は妊娠 85 日目と 100 日目、それぞれ半数ずつにして試験を行なった。増し飼い量は妊娠豚の栄養状態を見て、妊娠前期の給与量に 1 日当たり 0.5~1kg を増量した。

調査項目は (1) 以外に、母豚の飼料摂取量（1 日最大量）および母豚の飼料摂取量を産子で除して子豚 1 頭当たりの最大摂取量（子豚当最大量）を追加した。

結 果

1 産歴別の繁殖成績

表 3 に産歴別の繁殖成績を示した。

1 産から 7 産目までに分娩した 54 頭の妊娠期間は平均 114.3 日で、産歴による明確な差は見られなかった。

1 腹の総産子数は産歴平均が 9.1 頭で、産歴別では 5 産目が 12.7 頭で最も多く、次に 4 産目の 10.5 頭で、6 産目から 9.0 頭に減少した。

産歴平均の哺乳開始頭数は 8.1 頭で総産子数よりも 1.0 頭少なく、産歴平均の離乳頭数は 7.0 頭で哺乳開始頭数よりも 1.1 頭少なかった。

産歴平均の育成率は 88%で、総産子数が最も多かった 5 産目が 57%で最も低くなった。

生時の子豚平均体重は 1 産目が 1.3kg で最も小さく、2 産目以降は 1.6kg 前後であった。

妊娠豚の平均体重（分娩予定約 1 週間前）は初産豚の 218kg から産歴ごとに増加し、6 産目で約 300kg に達した。

2 交配雄品種別の繁殖成績

表 4 に交配雄品種別の繁殖成績を示した。

中ヨークシャー種の分娩頭数 55 頭のうち、中ヨークシャー種の雄豚による人工授精が 17 頭、デュロック種の雄豚による人工授精が 38 頭であった。

交配した雄の品種で比較すると、1 腹平均の総産子数は両品種とも 9.1 頭であったが、哺乳開始頭数は

中ヨークシャー種が 0.1 頭多く、離乳頭数はデュロック種の方が 0.3 頭多くなった。このため育成率に有意な差はないが、デュロック種の方が 8% 高くなった。

産子の成績では、中ヨークシャー種とデュロック種の交雑種 (YD) は、中ヨークシャー種の純粋種 (YY) に比べて生時、1 週齢および 3 週齢時の平均体重のいずれもが有意 ($p < 0.01$) に重くなった。特に 3 週齢体重の差が大きく YY の 5.0kg に対し、YD は 6.4kg であった。

3 授乳期間別の発情再帰日数

表 5 に授乳期間別の発情再帰日数を示した。

46 頭の母豚について、19 日間から 36 日間にかけて授乳させたが、28 日間と 29 日間の授乳が最も多くなった。全ての授乳期間で離乳後の 3~47 日目に発情が再帰したが、授乳期間と発情再帰日数との間に明確な傾向は見られなかった。

発情再帰日数では、離乳後 4~6 日目に発情が再帰した豚が最も多く、7 日以内に発情再帰した豚が 85% (39 頭) いた。一方で、3 週間以上も発情再帰がない豚は 6.5% (3 頭) 見られた。

4 妊娠期の増し飼い開始日別の繁殖成績

表 6 に妊娠期の増し飼い開始日別の繁殖成績を示した。

妊娠豚 35 頭のうち、増し飼い開始日は妊娠 85 日目 9 頭、90 日目 8 頭、100 日目 18 頭であった。85 日目の生時体重が 1.8kg で最も高くなったが、総産子数が 8.3 頭で最も少なかった。このため総産子数と生時体重との積算では、最も早く増し飼いを開始した 85 日目が最も低くなる結果となった。逆に、100 日目の総産子数が最も多くなり、総産子数と生時体重との積算も最も高くなった。この結果から妊娠期の増し飼い開始日と繁殖成績との間に明確な傾向は見られなかった。なお、全ての母豚とも難産の発生はなかった。

授乳期における母豚の飼料摂取量では、増し飼い 90 日目の群で 1 日最大量および子豚 1 頭当 1 日最大量が最も少なく、育成率が最も低くなった。また、

85 日目の 1 日最大量および子豚 1 頭当 1 日最大量が最も高く、育成率が最も高くなった。このことから、授乳期における母豚の 1 日最大量および子豚 1 頭当 1 日最大量は子豚の育成率に影響する傾向が見られた。

考 察

中ヨークシャー種の 7 産までの産歴平均の総産子数は 9.1 頭になり、これは当场で飼育する多産系母豚 (F1 種) よりも約 4 頭少ない。産歴別の総産子数は F1 種と同様に 5 産目でピークとなり、6 産目から減少している。従って、F1 種と同様に 6 産目で繁殖能力が低下する傾向にあることから、それ以降の産歴では個体毎の成績を考慮して利用する必要があると思われる。生時体重は産歴平均が 1.6kg で F1 種の産子とほぼ同じであるが、これは F1 種よりも産子数が少ないためであると思われる。育成率は平均哺乳開始頭数が 10 頭を超える 4~5 産目で低下している。これは母豚が子豚頭数に見合う飼料を十分に摂取できていないことによる乳量不足の要因とも考えられる。特に中ヨークシャー種では、哺乳開始頭数の多い母豚の育成率を向上させるために、子豚への代用乳の給与や里子の出し入れ等の細かな飼養管理が必要になるとと思われる。

離乳後の発情再帰は個体により差はあるが、母豚の状態に問題がなければ通常、離乳後 4~6 日目に発情がみられ、交配が可能になる。また、授乳期間が 3 週から 5 週の範囲では、離乳後の発情再帰日数に明確な傾向はみられないため、離乳時の子豚の発育状態をみてから離乳した方が良いと考えられる。妊娠期の増し飼いの開始日による生時体重への影響はこの試験結果から確認できなかったが、妊娠 85 日目である分娩予定日 1 カ月前から増し飼いを開始しても難産の発生が見られていないので、母豚の栄養状態や季節によって増し飼いの開始日と増し飼いを判断する必要があると思われる。

中ヨークシャー種とデュロック種の交雑種 (YD) は、中ヨークシャー種の純粋種 (YY) に比べて生時、1 週齢および 3 週齢の体重が有意に重く、育成率が高

くなる傾向にある。また、交雑種 YD は、一般の三元交雑 LWD に比べて肉質が優れているという試験結果も出ている。このことにより、中ヨークシャー種とデュロック種の交雑種 YD の肥育は、増体量がそれ程低下せずに付加価値の高い肉豚を生産することが期待できる。

最後に、各産歴の分娩頭数に差があるため十分な成績は得られなかったが、この試験結果は本県で中ヨークシャー種の繁殖雌豚を飼育する上での参考となる。

表 3 産歴別の繁殖成績

産歴	分娩 頭数 (頭)	妊娠期間 (日)	1 腹平均				子豚平均体重			母豚体重 (kg)
			総産子数 (頭)	哺乳開始頭数 (頭)	離乳頭数 (頭)	育成率 (%)	生時 (kg)	1週齢 (kg)	3週齢 (kg)	
1	13	114.0±1.9	9.1±2.1	8.5±1.9	7.8±2.2	90±12	1.3±0.2	2.2±0.4	4.6±0.9	218±21.9
2	8	115.1±0.8	8.9±1.9	7.5±1.8	7.3±1.9	98± 6	1.6±0.2	2.9±0.4	6.9±0.9	221±16.1
3	13	113.9±1.9	7.9±2.8	7.1±2.3	6.4±2.3	91±18	1.7±0.3	2.9±0.5	5.9±0.9	244±11.7
4	8	114.3±0.9	10.5±2.6	10.1±3.0	8.0±2.0	84±14	1.6±0.1	2.7±0.5	6.5±1.1	271±14.4
5	6	114.7±2.1	12.7±1.2	10.0±1.0	5.7±2.9	57±29	1.5±0.2	2.1±0.1	5.1±0.3	272±34.2
6	4	114.3±2.1	9.0±3.6	7.5±2.4	5.7±0.6	89±19	1.5±0.2	2.6±0.4	6.4±1.2	301±15.7
7	3	115.0±2.6	8.0±6.2	6.7±5.7	6.0±4.5	95± 9	1.8±0.5	2.5±0.7	5.5±1.3	298± 3.8
平均	55	114.3±1.7	9.1±2.9	8.1±2.6	7.0±2.3	88±17	1.6±0.3	2.6±0.5	5.9±1.3	261±34.2

表 4 交配雄品種別の繁殖成績

雄	分娩 頭数 (頭)	妊娠期間 (日)	1 腹平均				子豚平均体重		
			総産子数 (頭)	哺乳開始頭数 (頭)	離乳頭数 (頭)	育成率 (%)	生時 (kg)	1週齢 (kg)	3週齢 (kg)
Y種	17	114.2±2.1	9.1±3.0	8.2±2.4	6.8±2.7	83±21	1.4±0.3 A	2.3±0.5 A	5.0±1.1 A
D種	38	114.3±1.5	9.1±2.9	8.1±2.8	7.1±2.1	91±14	1.6±0.3 B	2.8±0.5 B	6.4±1.1 B

※ 各項目のAB異符号間に1%水準で有意差あり

表 5 授乳期間別の発情再帰日数

授乳期間 (日)	19	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	35	36	計
母豚頭数 (頭)	1	1	2	3	1	4	3	7	7	3	3	2	3	2	4	46
	6	6	7	7	6	52	21	4	4	5	4	18	6	4	6	
発情再帰日数			19	6		6	3	5	4	14	7	5	4	6	4	
				4		28	6	4	6	4	4		6		5	
内訳 (日)						4		5	5						6	
								5	5							
								47	5							
								5	7							
平均 (日)	6.0	6.0	13.0	5.7	6.0	22.5	10.0	10.7	5.1	7.7	5.0	11.5	5.3	5.0	5.3	8.7

表 6 妊娠期の増し飼い開始日別の繁殖成績

増飼開始日	母豚	母豚の飼料摂取量(kg)				1 腹平均				子豚平均体重			総産子数
(妊娠後期)	頭数	妊娠	妊娠	授乳期		総産子数	哺乳開始頭数	離乳頭数	育成率	生時	1週齢	3週齢	× 生時体重
(日)	(頭)	前期	後期	1日最大量	子豚1頭当りの1日最大量	(頭)	(頭)	(頭)	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
85	9	2.3±0.2	3.1±0.1	5.4±1.2	0.91±0.24	8.3±3.0	7.0±3.0	6.6±2.4	96±11	1.8±0.3	3.0±0.5	6.9±1.3	13.8±3.5
90	8	2.5±0.1	3.0±0.1	4.3±0.7	0.78±0.27	9.6±3.7	8.4±2.3	6.4±1.9	82±28	1.6±0.3	2.6±0.7	6.1±1.2	14.7±3.4
100	18	2.4±0.2	3.1±0.3	5.4±1.4	0.85±0.31	10.1±2.8	9.1±2.7	7.8±2.6	88±18	1.6±0.2	2.6±0.5	5.5±1.4	16.1±3.9

文 献

- 壺岐侑祐・岩切正芳・岐本博紀：多産系産子の肉質向上試験（第2報），宮崎県畜産試験場研究報告 第32号(2021)、13-16
- 岩切正芳・壺岐侑祐・岐本博紀：中ヨークシャー種の育成試験（第1報），宮崎県畜産試験場研究報告 第31号(2020)、34-37
- 岩切正芳・壺岐侑祐・岐本博紀：中ヨークシャー種の育成試験（第2報），宮崎県畜産試験場研究報告 第32号(2021)、23-25
- 宮本佳奈・内山伸二・西礼華：新たな「みやざきブランドポーク」作出試験（第1報），宮崎県畜産試験場研究報告 第30号(2019)、62-64
- 宮崎涼子・内山伸二・西礼華・竹之山愼一：新生みやざき豚の創出試験（第1報），宮崎県畜産試験場研究報告 第29号(2018)、38-45

子豚の離乳時体重の違いが発育に及ぼす影響と 低体重離乳子豚の発育改善方法の評価

高橋 京史・壺岐 侑祐・岩切 正芳・岐本 博紀¹⁾

¹⁾ 延岡家畜保健衛生所

Effect of weight difference at weaning pig on growth and
evaluation of methods to improve growth of low weight weaned pig

Atushi TAKAHASHI, Yusuke IKI, Masayoshi IWAKIRI, Hironori KIMOTO

＜要約＞子豚の離乳時体重の違いが発育性に及ぼす影響を調査したところ、離乳時体重が小さい豚に比べて、大きい豚で日増体量が有意に高く、出荷日齢が有意に短くなる。また、出荷日齢が短くなることで飼料費が 390 円/頭程度低くなることが示唆された。離乳体重が小さい子豚の増体の改善を目的に、約 40 日齢から約 70 日齢まで L-アルギニンを 1.0% 添加した飼料を給与したところ、日増体量に影響しないことが示唆された。

近年、化石燃料の高騰や飼料用穀物の不作等により飼料価格が高騰しており、養豚経営を圧迫している。一方で、肥育豚の出荷日齢は、飼料コストに直接影響を及ぼすため、出荷日齢の短縮は経営の改善につながる。養豚農場によっては、分娩舎から離乳舎に子豚を移動する際に体重を測定するが、離乳体重とその後の発育に関する報告は少ない。更に近年では、豚の品種改良により、発育性が向上しており、情報の更新が必要と考えられる。

アルギニンは、成長ホルモンの合成促進や免疫力向上等の作用を持つアミノ酸の 1 種である。若齢豚は、急速に体重が増加する時期であり、体内で合成できるアルギニンの要求量を体内合成量でまかなうことができない場合がある。したがって、飼料添加により不足するアルギニンを補うことは、増体の改善に寄与する可能性がある。

そこで、本試験では離乳体重の違いが発育および飼料コストに及ぼす影響と離乳時体重の小さい豚の増体向上を目的として、アルギニン飼料添加が増体に及ぼす影響を評価する。

材料と方法

試験 1 離乳時体重の違いによる発育の調査

平成 31 年から令和 3 年に川南支場で生産され、出荷までの体重を追跡した LWD 種の子豚 126 頭について、生後 21 日齢体重を離乳体重とし、離乳体重が 4.0～5.0 kg、5.1～6.0 kg、6.1～7.0 kg および 7.1 kg 以上の 4 つの階層に分類し、110 kg 到達日齢、日増体量を調査した。飼育は不断給餌、自由飲水とした。

なおデータ数は、階層毎に 16 頭 (12.7%)、26 頭 (20.6%)、48 頭 (38.1%) および 36 頭 (28.6%) であった。

試験 2 離乳時体重の違いが発育及び飼料コストに及ぼす影響

1 試験期間

試験は令和 4 年 7 月に母豚 3 頭が分娩した LWD 種の子豚 18 頭を用いて、9 月から 12 月に実施した。

2 供試豚及び試験区分

試験区は、生後 21 日齢体重を離乳体重とし、平均 5.2kg を離乳体重(小)、平均 6.5kg を離乳体重(中)、

平均 7.9kg を離乳体重（大）の 3 区に振り分けた。供試頭数は、試験区毎に去勢 3 頭、雌 3 頭の計 6 頭を用いた。

試験は、平均 78.1 ± 2.6 日齢から開始し、終了時体重 105 kg を目途に出荷した。飼育は不断給餌、自由飲水とした。供試飼料は、市販飼料で、試験開始から約 70kg までは、肥育前期飼料（粗タンパク質（CP）:15.5%以上、可消化養分総量（TDN）:78.0%以上）、70kg から出荷までは、肥育後期飼料（CP:13.5%以上、TDN:77.0%以上）を給与した。

3 調査項目

調査項目は、出荷体重、日増体量、飼料摂取量、枝肉重量、背脂肪厚、上物率、飼料費とした。飼料摂取量は、期間中の給餌量から試験日数を割り、求めた。また、出荷体重の調査のため、毎週体重測定を行った。

試験 3 アルギニン強化飼料が離乳子豚の発育に及ぼす影響

1 試験期間

試験は令和 5 年 8 月から 9 月に母豚 4 頭が分娩した LWD 種の子豚 20 頭を用いて、10 月から 11 月に実施した。

2 供試豚及び試験区分

試験豚は、生後 21 日齢体重を離乳体重とし、離乳体重が 6.0kg 未満の子豚を低体重グループ、6.0kg 以上の子豚を標準体重グループとし、10 頭ずつ振り分けを行った。そして、両体重グループに試験区と対照区を設け、試験区毎に去勢雄 2 頭、雌 3 頭の計 5 頭の供試豚を用いた。

試験は、平均 42.1 ± 1.7 日齢から開始し、市販飼料を 4 週間給与した。飼育は不断給餌、自由飲水とした。試験開始から約 30kg までは離乳期飼料（CP:18.0%以上、TDN:80.0%以上）、約 30kg から試験終了まで肥育前期飼料（CP:15.5%以上、TDN:78.0%以上）を給与した。また、試験区においては、市販飼料に対して、L-アルギニンを 1.0%添加した。

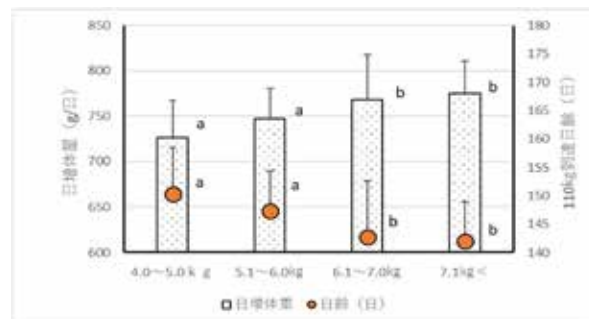
3 調査項目

調査項目は、隔週の体重、日増体量、飼料摂取量、血漿中尿素態窒素（以下、PUN）とした。飼料摂取量は、期間中の給餌量から試験日数を割り、求めた。PUN は、給与前、給与 14 日目（給与中）、給与後の 3 回 EDTA 管を用いて採血を行い、遠心分離機で血漿を分離した後、ウレアーゼ・GLDH・UV 法により分析した。

結果および考察

試験 1：離乳時体重と 110 kg 到達日齢および日増体量の関係

試験 1 における階層毎の出荷日齢および日増体量を図 1 に示した。離乳体重が 5.1 kg～6.0 kg と 6.1 kg 以上では 110 kg 到達日齢は有意に短く、日増体量は有意に重くなった。これは、離乳体重の違いが、その後の日増体量にも影響を及ぼし、110 kg 到達日齢に差が生じたためと考えられた。



※肩文字の異符号間に有意差あり（ $p < 0.05$ ）

図 1 階層毎の日増体量、110 kg 到達日齢

試験 2：離乳時体重の違いが発育及び飼料コストに及ぼす影響

試験 2 における発育成績を表 1 に示した。出荷日齢は、離乳体重（大）で 133.6 日、離乳体重（中）で 144.2 日、離乳体重（小）で 147 日であり、離乳体重（大）で最も短くなった。また、日増体量は、離乳体重（大）で 1.05 kg/日、離乳体重（中）で 0.96 kg/日および離乳体重（小）で 0.94 kg/日であり、離乳体重（大）で最も高くなった。これは、試験 1 と同様の結果であり、離乳体重が大きいことで日増体

量が高く、出荷日齢が短くなったためと考えられる。1 頭当たりの飼料コストは、離乳体重が大きいほど安く、その差は、離乳体重（小）と離乳体重（中）では、385 円、離乳体重（小）と離乳体重（大）では 399 円、離乳体重（中）と離乳体重（大）では 14 円となり、離乳体重（小）に比べて他の 2 区では約 390 円安くなった。

これは、試験期間の飼料摂取量の平均が離乳体重（大）で 174.6 kg/頭と最も低く、次いで離乳体重（中）の 174.8 kg/頭で離乳体重（小）が 180.4 kg/頭で最も多かったためと考えられる。

上物頭数は、離乳体重（小）で 4 頭、離乳体重（中）で 5 頭、離乳体重（大）で 5 頭であった。

枝肉価格は、各区とも約 37,000 円/頭前後であった。

表 1 発育成績（試験 2）

	離乳体重（小）	離乳体重（中）	離乳体重（大）	p 値
離乳体重（kg）	5.2 ± 0.79 ^a	6.5 ± 0.17 ^b	7.9 ± 0.28 ^c	0.00001
開始日齢（日）	79.3 ± 1.25	77.7 ± 2.88	77.0 ± 2.68	0.32941
出荷日齢（日）	147.0 ± 5.07 ^a	144.2 ± 4.52 ^{ab}	133.6 ± 2.80 ^b	0.00101
開始体重（kg）	45.1 ± 2.92	42.8 ± 2.91	48.7 ± 4.04	0.05479
出荷体重（kg）	108.7 ± 3.20	106.8 ± 2.61	108.2 ± 2.71	0.59225
日増体量（kg/日）	0.94 ± 0.06 ^b	0.96 ± 0.04 ^b	1.05 ± 0.07 ^a	0.04200
飼料コスト（前期飼料）（円/頭）	5,787.2	6,688.3	6,563.9	
飼料コスト（後期飼料）（円/頭）	7,691.8	6,405.8	6,516.6	
飼料コスト（全体）（円/頭）	13,479.0	13,094.1	13,080.5	
上物頭数（頭）	4 / 6	5 / 6	5 / 6	
枝肉価格（円/頭）	37,769 ± 1,107	36,579 ± 982	37,712 ± 1,069	0.17801

※10週齢で肥育舎へ移動し、1週間馴致後試験を開始した

※離乳体重（大）では、1頭を起立困難により除外した

※肩文字の異符号間に有意差あり（p<0.05）

以上の結果から、離乳体重が大きいほど日増体量が高く、出荷日齢が短くなることで全体の飼料コストが低下することが示された。

試験 3： アルギニン強化飼料が離乳子豚の発育に及ぼす影響

試験 3 における発育成績を表 2 に示した。試験期間中の日増体量は、低体重グループの両区ともに 0.71kg/日と低く、標準体重グループの試験区と対照区がそれぞれ 0.75kg/日、0.76kg/日と高くなった。標準体重グループの両区における日増体量が低体重グループの両区と比較して高かったのは、試験 1 と試

験 2 の結果と同様、離乳体重に差があり、その後の発育に影響したと考えられた。また、両グループの試験区と対照区で日増体量に差がなく、L-アルギニン添加飼料の給与は、日増体量に影響しなかった。一日当たりの飼料摂取量では、低体重グループの試験区が対照区よりも 0.06kg/日低かった。飼料要求率では、低体重グループの試験区が対照区よりも 0.09 低かった。標準体重グループの日増体量は、対照区が試験区よりも 0.03kg/日低く、飼料要求率は 0.05 低かった。

低体重グループの試験区の飼料要求率は、低体重グループの対照区と比較し、統計的な有意差はないが、低い値を示した。これは、L-アルギニンの摂取で飼料中のアミノ酸が効率的に利用されたことにより、少ない飼料摂取量で同程度の増体となったからであると考えられる。つまり、今回用いた供試豚よりもさらに若齢時にアルギニン強化飼料を離乳体重の小さい子豚へ給与することで、増体が改善される可能性がある。

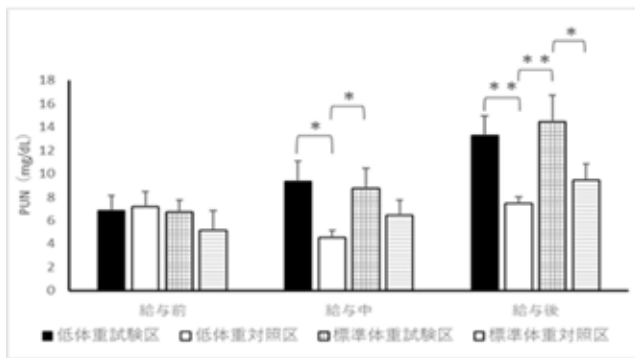
表 2 発育成績（試験 3）

	低体重 試験区	低体重 対照区	標準体重 試験区	標準体重 対照区
21日齢体重（kg）	5.5 ± 0.2	5.5 ± 0.3	6.6 ± 0.3	6.6 ± 0.5
開始時体重（kg）	12.9 ± 2.0	12.7 ± 1.3	15.8 ± 1.7	12.9 ± 1.7
終了時体重（kg）	32.7 ± 3.3	32.5 ± 3.3	36.8 ± 3.3	34.1 ± 3.5
期間中増体量（kg）	19.8 ± 1.8	19.8 ± 2.1	21 ± 1.9	21.2 ± 2.4
日増体量（kg/日）	0.71 ± 0.07	0.71 ± 0.07	0.75 ± 0.07	0.76 ± 0.08
飼料摂取量（kg/日）	1.20	1.26	1.33	1.30
飼料要求率	1.69	1.78	1.77	1.72

PUN の推移は、図 2 に示した。給与前は区間に差が認められないが、給与中と給与後においては、両グループの試験区でいずれか、または両方の対照区と有意な差が確認できた。これは、アルギニンが体内で必要量を超過したため、尿素態窒素に変換され、血中に排出されたものと考えられる。

文 献

高田良三，長谷川麻衣，佐野拓哉，岡田徹．2016．
L-アルギニン添加が離乳子豚の飼養成績、窒素
出納、血漿中尿素態窒素・遊離アミノ酸濃度に
及ぼす影響．日豚会誌 53（1），1-9



※は $p < 0.05$ で有意差あり

※※は $p < 0.01$ で有意差あり

図2 給与段階ごとのPUNの推移

以上の結果より、約40～70日齢の子豚にアルギニンを市販飼料に1.0%添加し、給与しても、日増体量に影響はしないことが示された。

試験1～3を通して、離乳時体重が小さい子豚ほど、日増体量が低く、出荷日齢が長くなり、飼料コストが高くなる傾向にある。したがって、離乳体重の小さい子豚の増体改善技術の検討が今後の課題となる。

九州ロード飼養管理指標に基づく実証試験

～初期発育と産卵成績の関連性およびグレーディングの効果～

堀之内 正次郎・原 好宏

Verification test using Kyushu Rhode Guidelines

～Relationship between chick growth and egg production, The positive effects of grading～

Shojiroh HORINOCHI, Yoshihiro HARA

＜要約＞九州ロード雌の体重と産卵成績の関連性を調査したところ、5 週齢時の体重が平均以上の鶏群は平均未満の鶏群よりも産卵成績が優れていた。また、5 週齢時の体重によりグレーディングした結果、制限給餌開始から産卵開始以降にかけて体重のばらつきが大きくなることはなく、鶏群全体の育成率が良好であった。これらの結果から、九州ロード雌の安定した産卵を確保するには、雛発生後の初期発育を良好にすること、グレーディングを徹底することが必要であることが明らかになった。

九州ロードとは、宮崎県、熊本県、大分県の 3 県で共同開発された卵肉兼用種の鶏であり、優れた産肉能力と産卵能力を兼ね備えていることから 3 県のブランド地鶏生産の母系種鶏として活用されている。通常、鶏の産肉能力と産卵能力は相反する能力であり、産肉能力に偏った改良を進めると産卵能力が低下していく傾向にある。このため、九州ロードの飼料給与はふ化から 7 週齢まで飽食、以降は制限給餌を行っている。これは、初期生育時は飽食によって体の成長を最大限に促し、7 週齢から産卵開始までは過肥にならないように筋肉および骨格を作り、産卵によるエネルギー消耗に耐えられる鶏を育て上げる考えに基づいている。しかし、畜産試験場を含む九州ロードを飼養管理する生産農場において、ロットによっては産卵率が伸び悩み、育成率が低く、種卵確保に苦慮しているのが現状である。

そのような課題を解決するため、畜産試験場川南支場は九州ロード飼養管理指標（みやざき地頭鶏事業協同組合と宮崎県畜産試験場川南支場、2022）（以下、「指標」という）を作成した。この指標では鶏

の均一な発育を特に重要視しており、4～5 週齢時に全羽体重測定を行い、体重の大小に応じた部屋分け（いわゆるグレーディング）を推奨している。しかし、川南支場の飼育試験は 200～300 羽程度が限度であり、生産農場の羽数との乖離が大きいことが指摘されている。

そこで、本試験では 900 羽規模の平飼い鶏舎 2 棟で運営している畜産試験場種鶏場において、指標に基づいた飼育管理を実施しながら、幼雛期から産卵期までの発育と産卵成績の関連性、グレーディングの効果について実証試験を行ったので報告する。

材料および方法

本試験は、宮崎県畜産試験場動物実験等実施規定に基づき実施した。

供試鶏は宮崎県畜産試験場種鶏場（高原町）で令和 5 年 5 月 18 日に同日ふ化した九州ロード雌 840 羽を用いた。ふ化後の飼育管理はみやざき地頭鶏飼養管理マニュアル（みやざき地頭鶏事業協同組合と宮崎県畜産試験場川南支場、2018）および指標に基

づいて行った。飼育環境は雛から成鶏まで平飼い形式の同一鶏舎とした。

齢時に実施し、5 週齢時はグレーディングを行うために全羽、それ以外は部屋ごとに 10%以上の羽数をランダムで 1 羽ずつ測定した。なお、体重に関しては平均値、標準偏差および標準偏差を平均値で除した変動係数 (CV) を算出した。

グレーディングは、図 1 のように 1 部屋ずつ実施した。具体的には、同一部屋の鶏をランダムに捕鳥し、捕鳥カゴあたり 10 羽を詰め、40 羽の総重量を測定し、羽数で除して基準とする平均体重を算出した。その後、1 羽ずつ体重を測定し、「平均体重以上」と「平均体重未満」の 2 区分に振り分けた。

制限給餌については、表 1 に示すとおり「平均体重以上」の鶏群は、指標に基づき 7 週齢 (49 日齢) から開始し、「平均体重未満」の鶏群は 1 週間飽食

供試鶏の体重測定は 0,1,2,3,4,5,7,10,14,18,20,25 週

期間を延長して 8 週齢 (56 日齢) から開始した。なお、8 週齢からは両区とも同一量の飼料給与量とした。

点灯プログラムは指標に基づき実施した。

産卵開始後は「平均体重以上」と「平均体重未満」の 2 区分に分けて産卵数を記録した。集卵作業は 9 時、11 時、15 時の 3 回に分けて行い、15 時集卵までの総計を 1 日の産卵個数とした。死亡鶏および隔離などによる羽数減少の有無は毎日記録した。なお、1 週間および 5 週間あたりの産卵率はそれぞれ期間中の総産卵個数を延べ羽数で除して算出した。

2 区分の平均値の差はスチューデントの t 検定を用いて p 値を算出し、0.05 未満を有意とした。

1. 発生日～5週齢(グレーディング前)

部屋1	部屋2	部屋3	部屋4	部屋5
♀414羽	♀416羽			

2. グレーディング作業

(1) 部屋 1 の全羽測定および振り分け

部屋1に平均体重以上の鶏を、部屋3に平均体重未満の鶏をそれぞれ移動

部屋1	部屋2	部屋3	部屋4	部屋5
平均体重以上 ♀206羽	♀416羽	平均体重未満 ♀208羽		

(2) 部屋 2 の全羽測定および振り分け

部屋2に平均体重以上の鶏を、部屋4に平均体重未満の鶏をそれぞれ移動

部屋1	部屋2	部屋3	部屋4	部屋5
平均体重以上 ♀206羽	平均体重以上 ♀210羽	平均体重未満 ♀208羽	平均体重未満 ♀206羽	

3. グレーディング後

部屋1	部屋2	部屋3	部屋4	部屋5
♀206羽	♀210羽	♀208羽	♀206羽	
平均体重以上		平均体重未満		

図 1 グレーディングに伴う鶏配置の推移

表 1 グレーディング後の飼料給餌方法

鶏群	5週齢	6週齢	7週齢	8週齢	9週齢	10週齢
平均体重以上	飽食		制限給餌			
平均体重未満	飽食			制限給餌		

※制限給餌量は九州ロード種鶏飼養管理指標に基づいて実施

※7週齢体重測定結果を基に上記設定を決定

結 果

表 2 に群全体の体重推移を示した。2 週齢から 7 週齢までは CV が 9 を超えていたが、10 週齢以降は 6～8 程度で推移した。

表 3 に「平均体重以上」および「平均体重未満」の体重推移をそれぞれ示した。平均体重はグレーディングを行った 5 週齢および 7 週齢において両区間に有意な差が認められたが、10 週齢以降には差がなくなり、10 週齢、20 週齢および 25 週齢では「平均

体重未満」が「平均体重以上」よりも値が大きくなった。CV はすべての週齢において 9 未満で推移した。

表 4 に 1 週間あたり、表 5 に 5 週間あたりの産卵率の推移をそれぞれ示した。全体を通して「平均体重以上」の鶏群の産卵率が優れており、特に産卵初期から産卵ピークにあたる 26～30 週齢間および 31～35 週齢間において顕著に差がみられたが、産卵ピーク以降は両区間の差が小さくなった。

表 2 群全体の体重推移

週 齢	平均値 (g)	標準偏差 (g)	CV	実羽数	育成率	体重測定 羽 数	測定羽数 割 合
0週齢	38.9 ±	1.5	3.9	840	100.0%	270	32.1%
1週齢	90.9 ±	7.7	8.5	835	99.4%	207	24.8%
2週齢	219.0 ±	23.2	10.6	835	99.4%	104	12.5%
3週齢	359.4 ±	35.0	9.7	835	99.4%	90	10.8%
4週齢	544.9 ±	52.1	9.6	830	98.8%	90	10.8%
5週齢	713.8 ±	64.8	9.1	830	98.8%	830	100.0%
7週齢	1184.9 ±	111.1	9.4	829	98.7%	120	14.5%
10週齢	1615.0 ±	111.3	6.9	809 ※	96.3%	120	14.8%
14週齢	1912.6 ±	144.2	7.5	806	96.0%	120	14.9%
18週齢	2158.9 ±	180.6	8.4	806	96.0%	143	17.7%
20週齢	2342.2 ±	192.4	8.2	806	96.0%	126	15.6%
25週齢	2879.4 ±	213.3	7.4	806	96.0%	138	17.1%

※10週齢体測時、誤鑑別鶏19羽を除外

表3 グレーディング以降の体重推移

週齢	平均体重以上(n=416)			平均体重未満(n=414)			平均体重の差
	平均値 (g)	標準偏差 (g)	CV	平均値 (g)	標準偏差 (g)	CV	
5週齢	761.8 ±	41.2	5.4	665.5 ±	45.5	6.8	p<0.01
7週齢	1262.0 ±	87.3	6.9	1107.8 ±	71.9	6.5	p<0.01
10週齢	1610.0 ±	104.6	6.5	1619.9 ±	118.3	7.3	n.s.
14週齢	1924.5 ±	142.3	7.4	1900.8 ±	146.2	7.7	n.s.
18週齢	2186.9 ±	176.0	8.0	2134.3 ±	182.1	8.5	n.s.
20週齢	2316.1 ±	184.8	8.0	2364.4 ±	197.4	8.3	n.s.
25週齢	2862.5 ±	213.0	7.4	2899.5 ±	213.8	7.4	n.s.

※全羽数の10%以上を測定した結果

表4 1週間あたりの産卵率

単位：%

期間	平均体重以上	平均体重未満	産卵率の差
21週齢	0.3	0.4	n.s.
22週齢	3.2	3.4	n.s.
23週齢	12.5	11.7	n.s.
24週齢	28.6	25.5	p<0.01
25週齢	48.2	46.9	n.s.
26週齢	65.6	61.8	p<0.05
27週齢	75.7	72.4	p<0.05
28週齢	79.2	76.7	n.s.
29週齢	82.2	77.5	p<0.05
30週齢	82.7	79.7	n.s.
31週齢	82.2	80.3	n.s.
32週齢	82.7	78.1	p<0.05
33週齢	81.4	74.5	p<0.01
34週齢	80.3	76.7	n.s.
35週齢	78.1	73.4	p<0.01
36週齢	76.2	72.7	p<0.05
37週齢	74.9	73.2	n.s.
38週齢	74.2	73.0	n.s.
39週齢	73.6	70.4	n.s.
40週齢	71.8	69.4	n.s.

表5 5週間あたりの産卵率

単位：%

期間	平均体重以上	平均体重未満	産卵率の差
21～25週齢間	18.6	17.6	p<0.05
26～30週齢間	77.0	73.5	p<0.01
31～35週齢間	80.9	76.6	p<0.01
36～40週齢間	74.1	71.7	p<0.05

考 察

本試験結果から、九州ロード雌の幼雛期発育の良否が産卵成績に影響を及ぼすことが明らかとなった。5 週齢時点で体重の低かった鶏群は、飽食期間を延長させるなどの処置によって、標準的な体重まで増体し、全体のばらつきも抑えることができたが、産卵成績は有意に低くなった。鶏全般にいえることだが、ふ化後間もない雛は、いかに大きく、かつ均一に育てるかが最重要である。例えば肉用鶏などの増体に特化した鶏種では「1 週齢体重は出荷体重である」と言われている。本試験は 5 週齢時点での体重の大小で区分しており、体重の低い鶏群は、臓器や骨格の発達が不十分な個体が多く含まれていた可能性がある。このため、飼料を増やすなどの処置を講じて体重が伸びたとしても、性成熟に時間がかかり、結果として初期産卵に差が生じたものと推察される。

その一方で、グレーディングを確実にを行い、体重の小さい鶏群に適切なケアを行うことで鶏群全体の体重ばらつきを抑えることが十分に可能であることも明らかとなった。養鶏にとって体重のばらつきが大きいことは経営に大きな打撃を与える。例えば、肉用鶏では出荷体重のばらつきが大きいことによって収益が低下し、卵用鶏では体重のばらつきが大きいと性成熟が不十分なまま産卵開始時期を迎える鶏が多いことになり、結果として産卵率低下による収益低下になる。本試験で供した九州ロードは「みやざき地頭鶏」の母鶏であり、良質な種卵を多く生産し、良質な素ひなを生産農場へ届ける重要な役割を担っている。更に、九州ロードは一般的に雛から成鶏を経て廃用されるまで平飼い鶏舎で飼育されることが多い。平飼い鶏舎で卵用鶏を飼育する場合、体重のばらつきが大きいと上述の性成熟の遅れに伴う産卵率低下だけでなく、闘争等による死亡鶏が増加する。産卵低下に死亡鶏増加が加わることで、安定した産卵個数の確保が難しくなり、「みやざき地頭鶏」素ひな供給不足に繋がることになる。本試験

では、表 2 に示すとおり、制限給餌を開始した 7～8 週齢から産卵開始を経て 25 週齢までの間、誤鑑別による除外鶏以外では 4 羽が死亡または隔離になっただけである。育成率を算出してみると

$$(809 \text{ 羽} - 4 \text{ 羽}) \div 809 \text{ 羽} = 99.5\%$$

となり、非常に良好な成績であった。ばらつきの小さい鶏群は育成率も良好になり、結果として安定した産卵成績の維持に繋がる。

結論として、九州ロード雌は、初期生育を良好にすることで産卵成績が向上する。また、グレーディングを確実に実施し、適切なケアをすることで体重のばらつきが小さく、育成率の優れた鶏群になることがいえる。この 2 点を徹底することが安定した産卵成績を伴う鶏群造成に繋がり、「みやざき地頭鶏」の素ひな供給が安定することになる。

謝 辞

本試験を実施するにあたって鶏の飼養管理全般および調査記録を行っていただいた畜産試験場種鶏場のスタッフの皆様に感謝いたします。

文 献

- みやざき地頭鶏事業協同組合、宮崎県畜産試験場川南支場. 2022. 九州ロード種鶏飼養管理指標. 令和 4 年 3 月版
- みやざき地頭鶏事業協同組合、宮崎県畜産試験場川南支場. 2018. 「みやざき地頭鶏」飼養管理マニュアル. 令和元年度改訂版

みやざき地頭鶏種鶏群の改良（第6報）

斉藤 貴祥¹⁾・太田 鍊

¹⁾ 宮崎県畜産振興課

Evaluation of improving grand parent stock both Miyazaki-Jitokko and Kyushu Rhode (vol.6)

Takayoshi SAITO, Ren OTA

＜要約＞みやざき地頭鶏の雄系原種鶏として稼働している S60 と共に、後継群である新 MIX、H15、M28 の改良を行い、S60、新 MIX、M28、では体重が増加した。また、新たに R3 群を作出し、体重、産卵率ともに良好な成績であり、新たな後継群として有力となった。雌系原種系である九州ロードは、大分県および熊本県と種卵交換を行い、協定試験による改良を行った。28 世代は、体重で過去 5 年間における最大値を示したが、50%産卵率到達日齢は遅延した。

宮崎県畜産試験場川南支場ではみやざき地頭鶏の種鶏群維持、増殖を行っており、雄系原種鶏である地頭鶏は昭和 60 年に導入した群（S60 群）、平成 15 年に導入した群（H15 群）、3 種鶏群を組み合わせた新たな種鶏群（MIX 群）の雄と S60 群の雌を交配した新 MIX 群（稲井ら 2014）および平成 28 年に導入した雄と H15 群の雌を交配した群（M28 群）を維持している。みやざき地頭鶏の種鶏として稼働しているものは S60 群のみであり、近交係数の上昇による弊害が懸念されており、S60 群に代わる新たな種鶏群の作出が課題となっている。第 5 報（中山ら 2019）では、S60 群に代わる雄系原種鶏群として、新 MIX 群が有力となったが H15 群、M28 群も順調な体重増加を示し、H15 群の産卵率が良い傾向を示していた。そのため本試験では新たに、新 MIX 群を用いて生産したみやざき地頭鶏の肥育試験を行うとともに引き続き地頭鶏 4 群（S60、H15、M28、新 MIX）の調査を行った。また、令和 3 年に新たな群として S60 群の雄と H15 群の雌を交配した新種鶏群「R3 群」が後継群として供用できるか検討を行った。

一方、雌系原種鶏である九州ロードは、平成 25 年度以降大分県および熊本県と種卵交換による協定試験を行っていることから改良と種鶏育成に係る指

標作成のための調査を行った。

試 験 方 法

1 地頭鶏の改良

（1）供試群

調査には、S60 群、H15 群、M28 群、新 MIX 群、R3 群の雌雄をそれぞれ用いた。また、各鶏群は約 9 か月で世代更新とした。

肥育試験については、令和 3 年 6 月に発生した S60 群、新 MIX 群由来のみやざき地頭鶏それぞれ雄 40 羽、雌 40 羽を用いた。

（2）調査項目、選抜条件

調査項目は、150 日齢体重、産卵率を調査した。

選抜は、地頭鶏の特徴である毛冠、顎髭の特徴を持つものの中から、150 日齢体重を基準に実施した。なお、短脚のものは致死遺伝子を保持しているので排除した。また、改良の目標としては供用中の種鶏群である S60 群の成績とした。

肥育試験の調査項目は、各種鶏群の雄は 14 週齢体重、雌は 17 週齢体重及び解体成績とした。

2 九州ロードの改良

(1) 供試群

調査には、大分県、熊本県から送られてきた種卵と当支場で保有する九州ロードの種卵からふ化したひなの改良母集団を雄 358 羽、雌 350 羽とした。

(2) 調査項目、選抜条件

7 週齢、14 週齢、25 週齢時に体重、21～64 週齢時に産卵率調査を行った。併せて、50%産卵到達日齢、卵重 53 g 到達日齢についても調査した。

14 週齢時には、体重により各雄 21 羽、雌 40 羽の合計雄 63 羽、雌 120 羽を選抜した。

(3) 次世代作出

次世代は、41 週齢頃に選抜雄鶏から採精し、対象の選抜雌鶏に人工授精して作出した。

飼料給与量は制限給与マニュアル（日本飼養標準家禽 2011）を参考にし、点灯プログラムは、20 週齢から日照時間が 15 時間、照度 60 ルクス以上になるよう調節した。

結果および考察

1 地頭鶏の改良

表 1 に、各群の発生区分ごとの 150 日齢体重を雄、雌それぞれ示した。R1-1 から R2 までは H15 群の雄を除き、各群の体重は増加傾向であった。R4 は孵卵機のトラブルによりふ化羽数が減少し十分な選抜が行えなかったことから R3 と比べ R4 は雄の S 60 を除く 4 群と雌の全群で体重の減少が見られた。R5 では、R4 の影響を引き続き受けたものの、ふ化羽数は R4 以上に確保できたことから選抜を行うことができたため雄雌ともに H15、M28、R3 の 3 群で微増もしくは R4 同等の結果となった。R1 と R5 を比較すると、雄雌ともに「S60」, 「新 MIX」, 「M28」の 3 群で 150 日齢体重が向上した結果となった。また、R3 年度から作出した「R3」については、R3 に比べ R5 は雄の 150 日齢体重が向上し、全群の中で最大値を示した。雌については、R3 に比べ R5 の体重は 50 グラム減少したが、後継群の中では最大値を示した。

表 1 各群における 150 日齢体重 (kg)

単位:kg						
発生区分	発生日	S60♂	MIX♂	H15♂	M28♂	R3♂
R1-1	R1.5.22	2.46 ± 0.24	2.50 ± 0.22	2.59 ± 0.25	2.18 ± 0.32	
R1-2	R2.2.26	2.54 ± 0.23	2.65 ± 0.24	2.55 ± 0.27	2.17 ± 0.25	
R2	R2.11.25	2.96 ± 0.22	2.86 ± 0.10	2.45 ± 0.07	2.55 ± 0.21	
R3	R3.8.18	2.83 ± 0.18	2.82 ± 0.19	2.61 ± 0.12	2.66 ± 0.17	2.75 ± 0.24
R4	R4.6.8	2.94 ± 0.19	2.81 ± 0.17	2.40 ± 0.18	2.23 ± 0.25	2.69 ± 0.30
R5	R5.4.20	2.86 ± 0.19	2.68 ± 0.10	2.54 ± 0.21	2.40 ± 0.13	3.00 ± 0.11

発生区分	発生日	S60♀	MIX♀	H15♀	M28♀	R3♀
R1-1	R1.5.22	1.84 ± 0.18	1.83 ± 0.16	1.81 ± 0.18	1.58 ± 0.17	
R1-2	R2.2.26	1.88 ± 0.19	1.95 ± 0.18	1.82 ± 0.21	1.64 ± 0.19	
R2	R2.11.25	2.15 ± 0.21	2.25 ± 0.19	1.89 ± 0.17	1.82 ± 0.20	
R3	R3.8.18	2.10 ± 0.16	2.07 ± 0.17	1.84 ± 0.13	1.83 ± 0.16	2.03 ± 0.18
R4	R4.6.8	1.96 ± 0.13	1.94 ± 0.15	1.71 ± 0.11	1.62 ± 0.15	1.91 ± 0.16
R5	R5.4.20	1.90 ± 0.14	1.85 ± 0.09	1.71 ± 0.14	1.76 ± 0.12	1.98 ± 0.14

※平均値±標準偏差

S60 群の後継として有力である新 MIX 群を用いて生産した「みやざき地頭鶏」の肥育成績試験を実施した結果、出荷体重においては雄で新 MIX 群が S60 群を上回る結果となった。また、雄の解体成績においては、新 MIX 群のムネ肉重量が S60 群を上回る結果となりその他の項目についても S60 群と遜色ない結果となった（表 3）。雌の解体成績については、新 MIX 群が S60 群を上回る項目は無かったものの全項目同等の解体成績であった

（表 4）。

このことから「新 MIX」群は主力種鶏群である「S60」群に代わる雄系原種鶏群として有力であることが示唆された。しかし、「新 MIX」は他の後継群と比較すると脚弱等の奇形がしばしば見られた。今後、主力種鶏群として使用するには、奇形の原因を明らかにし、改良していく必要があるため今後も検討を行う。

表 2 祖父種鶏群の違いがみやざき地頭鶏の発育に及ぼす影響

	S60系統（♂） n=39	新MIX系統（♂） n=38
14週齢	3492.3 ± 289.1	3506.3 ± 271.3
	S60系統（♀） n=39	新MIX系統（♀） n=40
17週齢	2924.3 ± 277.9	2849.8 ± 220.9

※単位：g

表 3 祖父種鶏群の違いがみやざき地頭鶏雄の解体成績に及ぼす影響

項目	単位	S60 n=25	MIX n=25	p
生体重	g	3533.7 ± 296.6	3496.8 ± 296.6	0.639
と体重	g	3285.0 ± 273.1	3238.8 ± 273.1	0.530
もも肉	g	686.5 ± 86.7	680.7 ± 86.7	0.793
モモ色		4.2 ± 0.6	4.5 ± 0.6	0.120
ムネ肉	g	419.1 ± 54.1	428.3 ± 54.1	0.570
ムネ色		5.0 ± 0.7	5.0 ± 0.7	1.000
ササミ	g	106.6 ± 13.5	105.0 ± 13.5	0.678
内臓脂肪	g	58.3 ± 39.9	78.1 ± 39.9	0.086
筋胃	g	65.6 ± 12.5	61.6 ± 12.5	0.248

表 4 祖父種鶏群の違いがみやざき地頭鶏雌の解体成績に及ぼす影響

項目	単位	S60 n=25	MIX n=25	p
生体重	g	2970.2 ± 286.7	2897.9 ± 235.8	0.335
と体重	g	2769.5 ± 274.1	2724.2 ± 231.1	0.530
もも肉	g	556.6 ± 73.6	538.1 ± 60.0	0.335
モモ色		4.2 ± 0.6	4.4 ± 0.6	0.150
ムネ肉	g	408.8 ± 61.3	404.7 ± 55.1	0.806
ムネ色		3.8 ± 0.4	4.0 ± 0.6	0.189
ササミ	g	103.5 ± 9.5	98.4 ± 10.7	0.081
内臓脂肪	g	118.9 ± 50.4	131.9 ± 48.2	0.354
筋胃	g	63.6 ± 9.7	57.5 ± 7.6	0.018

表 5 に、各群における 31 から 40 週齢間の産卵率を示した。発生区分ごとではばらつきはあったものの、R3 年までは、R3 を除く 3 群で産卵率の向上が見られた。R4 年に孵化機の事故があり、前述のとおり R4 は、ほとんどの群で体重が減少したこ

とから、試験鶏の栄養摂取量が落ち、その影響から産卵率が低下したと推察される。

R3 は、種鶏群造成に有する 7 世代 (現在 4 世代) まで、引き続き改良を行い、新たな後継群として供用できるか検討を行う。

表 5 各群における産卵率

発生区分	発生日	単位 : %				
		S60	MIX	H15	M28	R3
R1-1	R1.5.22	34.5	48.0	57.2	52.7	
R1-2	R2.2.26	20.9	21.6	23.2	33.7	
R2	R2.11.25	41.5	24.5	49.8	44.8	
R3	R3.8.18	48.1	38.9	64.5	62.2	56.1
R4	R4.6.8	35.4	20.7	60.8	56.6	56.0
R5	R5.4.20	44.1	63.0	52.3	45.6	49.8

※ 31 ~ 40 週齢間産卵率

2 九州ロードの改良

表 6 に、九州ロード雌の世代ごとの能力推移を示した。

育成率については、26 世代まで世代を更新するごとに向上した。27, 28 世代では、死亡鶏が増加し、育成率が前世代を下回る結果となった。この世代は夏期に試験鶏で血便が散見されており、暑熱の影響が考えられる。このように、育成率は世代によりばらつきはあったものの、90%以上で推移した。

平均体重については、25 世代では前世代を下回ったものの、その後の世代では成績が向上しており、28 世代の 25 週齢の体重は過去 5 年間で最も大きい値となった。

産卵成績は、25 世代で前世代を下回ったものの、その後の世代では産卵率等の成績が向上した。28 世代については、27 世代を下回る結果となったが、本試験の 24 世代と比べ、産卵率 50% 到達日齢を除き、成績は向上しており、増体を重視した選抜による改良が進んでいることが示された。

表 6 九州ロード雌の世代ごとの能力推移

世代 (孵化年度)	餌付け 羽数	育成率※	体重成績			産卵成績		
			7週齢	14週齢	25週齢	産卵率※	50%産卵率 到達日齢	卵重53g 到達日齢
24(R1)	241	92.5	1,072	1,924	2,925	81.8	168	208
25(R2)	313	94.9	1,143	1,732	2,700	79.7	184	192
26(R3)	313	96.8	1,058	1,777	2,919	84.5	172	190
27(R4)	344	94.8	1,118	1,931	2,895	88.3	167	190
28(R5)	339	90.3	1,138	1,983	2,958	85.3	170	196

※ 育成率は孵化 ~ 21 週齢間

図1に、各世代の産卵率の推移を示した。

産卵率については、25世代以外は30-34週をピークにその後は、産卵率は低下した。

25世代は、35-39週がピークとなり、ピーク時の産卵率は88%と5世代の中で最低値を示した。26世代以降は、ピーク時の産卵率が90%を超え、産卵率の向上が見られ、順調に改良が進んでいることが推察された。しかし、28世代では50%産卵率到達日齢の遅延や育成率の低下が見られた。この結果は暑熱の影響が考えられるため暑熱期の飼養管理方法の改善を行い、更なる成績向上を目指す。

参 考 文 献

稲井耕次, 原田晋平, 津曲明美, 神坂明茂, 2014.

文献名：宮崎県畜産試験場研究報告第26号, 93-96(2014)

中山広美、加藤さゆり、堀之内正次郎

文献名：宮崎県畜産試験場研究報告第30号, 65-68(2019)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編

献名：日本飼養標準家禽(2011年版)

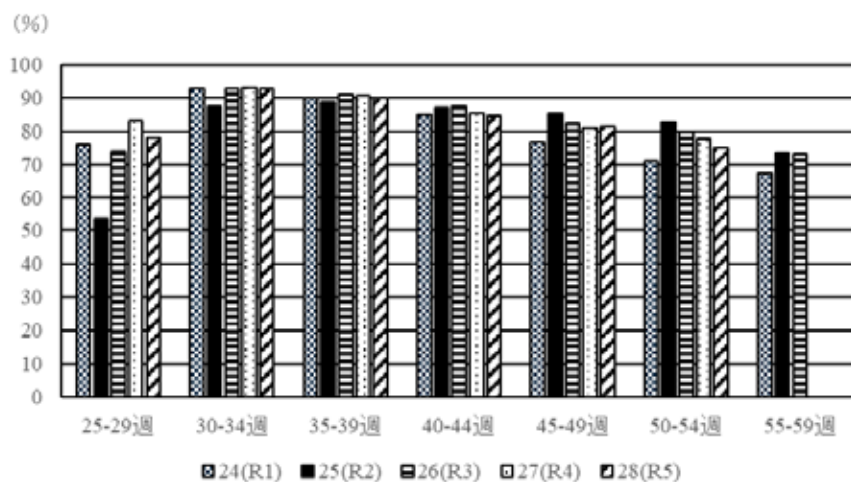


図1 九州ロードの産卵率推移

地域資源を活用したアミノ酸バランス改善飼料の給与が 肥育豚生産に及ぼす影響

三角 久志・甲斐 敬康

Effects of Feeding a Utilizing Local Feed Resources and Amino Acid-supplemented
Lower Protein Diet in Fattening Pigs Production.

Hisashi MISUMI, Noriyasu KAI

＜要約＞本県産の地域資源を活用した低タンパク質（肥育前期 CP12.4%、肥育後期 CP10.8%）アミノ酸バランス改善飼料（以下低 CP バランス飼料）を給与し、体重 120kg まで肥育を行ったところ、市販配合飼料（肥育前期 CP16%、肥育後期 CP14%）を給与した対照区との間に、日増体量（DG）の差（ $P=0.228$ ）はなく、飼料要求率、枝肉成績、ロース肉の肉質についても同様であり、発育成績、出荷成績および肉質への影響は認められなかった。また一方で、低 CP バランス飼料を給与した試験区の 1 頭当たりの総窒素排せつ量は、有意（ $P<0.001$ ）に低下し、環境負荷の低減が図られた。さらに、地域資源を活用した低 CP バランス飼料の給与が経営収支に及ぼす影響を検討したところ、肥育豚 1 頭当たりの飼料費は、対照区比で 73.7%と有意（ $P<0.001$ ）に低くなり、枝肉販売額に大差（ $P=0.337$ ）がなかったことから、枝肉販売額から飼料費を差し引いた肥育豚 1 頭当たりの枝肉販売差額（販売差額）は、試験区が 19,231 円と、対照区に比較して有意（ $P<0.001$ ）に増加した。

農林水産省が策定した「みどりの食料システム戦略」の具体的な取組においては、「地域・未利用資源の一層の活用に向けた取組」の推進や、「高い生産性と両立する持続的生産体系への転換」が示されている。

本県の養豚生産における「地域・未利用資源の活用に向けた取組」については、食品残さ等の地域資源を飼料として活用する農家がみられるものの、一部の農家では、給与飼料の栄養バランスの不備が原因と思われる出荷日齢の延長等、生産性への影響がみられており、肥育豚の生産性を改善するための技術が求められている。また、「高い生産性と両立する持続的生産体系への転換」については、養豚経営から排出される窒素を削減し、温室効果ガス（GHG）の排出抑制につなげる技術の普及が必要となっている。

その様な中で、低 CP バランス飼料を給与することで、発育を低下させることなく、糞尿由来の窒素排せつ量が低減し、養豚排水処理における負荷

軽減、臭気低減効果および GHG 削減効果が期待できると報告されている（山本ら 2002、尾上ら 2010、大森ら 2013、須藤ら 2016）。また、2020 年から 2022 年にかけて、当场で実施した、本県産の地域資源（食品残さ混合飼料）を活用した低 CP バランス飼料を肥育豚に給与した試験（柴田ら 2021、三角ら 2022、三角ら 2023）においても、これらの報告と同様の結果が得られており、それに加えて、地域資源の活用により飼料費の削減が期待できる成果が得られている。

そこで本研究では、本県産の地域資源（米粉、菓子屑、食品残さ）を配合した低 CP バランス飼料を肥育豚に給与した場合の発育成績、出荷成績および肉質への影響、窒素排せつ量の削減効果、さらには、養豚経営の経営収支に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

1 試験期間

試験期間は、2023 年 10 月 25 日から 2024 年 1 月 22 日までの 90 日間であった。また、肥育前期（前期）を 5 週間とし、その後は、肥育後期（後期）として体重 120kg まで肥育を行い、終了体重に到達した時点で食肉処理場に出荷し、と畜を行った後に、供試豚のロース肉を肉質分析に供した。

2 供試豚および試験区分

供試豚および試験区分を表 1 に示した。

表 1 供試豚および試験区分

区分	供試豚		開始体重 (kg)	供試飼料	時期	CP含量 (%)	地域資源 割合 (%)
	品種	性別・頭数					
対照区	LWD種	去勢：6頭	37.2 ± 4.9	市販配合飼料	前期	16.0	—
		雌：5頭			後期	14.0	—
試験区	LWD種	去勢：6頭	37.9 ± 5.9	低CPバランス飼料	前期	12.4	35
		雌：5頭			後期	10.8	35

※開始体重は平均値 ± 標準偏差

3 供試飼料

供試飼料の飼料原料、成分量および 1kg 当たり飼料単価（消費税込み）を表 2 に示した。

対照区の飼料原料および成分量は、飼料メーカーの表示値であり、対照区飼料の成分値は、前期では CP が 16%、可消化養分総量（TDN）が 78%、後期では同様に 14%と 78%であった。

試験区の飼料には、地域資源として米粉 20%、菓子屑 10%、食品残さ 5%を配合し、前期と後期でそれぞれ二種混合トウモロコシ、大豆粕を主原料として、アミノ酸が充足するように配合設計を行った。また、試験区飼料の成分量（飼料設計値）は、前期では CP が 12.4%、TDN が 78.5%であり、後期では同様に 10.8%と 78.5%であった。なお、表には示し

供試豚は、2023 年 8 月 6 日から 8 月 16 日の間に当場で生産された LWD 種子豚から、母豚一腹当たり 4 頭を一組として、対照区と試験区に、それぞれ去勢豚 3 部屋 6 頭、雌豚 3 部屋 6 頭を配置した。また、配置した供試豚は雌雄別に 2 頭群飼を行い、各区とも一週間の馴致飼育を行った後に試験を開始した。なお、各区 1 頭で、試験開始直後の突然死および発熱による発育不良があったため試験除外した。

試験区分は、市販配合飼料（前期 CP16%、後期 CP14%）を給与する対照区と、地域資源を配合した低 CP バランス飼料（前期 CP12.4%、後期 CP10.8%）を給与する試験区とした。また、試験開始体重は、対照区が 37.2kg、試験区が 37.9kg と両区の体重をそろえて試験を開始した。

ていないが、飼料中のアミノ酸含量は、前期がリジン（Lys）：0.90%、トレオニン（Thr）：0.58%、メチオニン（Met）＋シスチン（Cys）：0.54%、トリプトファン（Trp）：0.16%であり、後期が、同様に 0.64%、0.41%、0.37%および 0.12%と、前期および後期において、これらのアミノ酸要求量は充足されていた。

1kg 当たり飼料単価は、対照区が前期 103.3 円、後期 101.9 円であったのに対して、試験区では同様に 80.3 円と 78.7 円と、原料単価が安い地域資源を配合した試験区が低かった。なお、供試飼料は、マッシュの飼料を両区とも使い、また、紙袋飼料に統一したため、養豚農家の主な流通形態であるバラ飼料に比較して、飼料単価が約 15 円高かった。

表 2 供試飼料

飼料原料および成分量	肥育前期用		肥育後期用	
	対照区	試験区	対照区	試験区
穀類	64.0%	51.0%	66.0%	58.7%
植物性油脂	21.0%	10.0%	19.0%	3.0%
そうこう類	6.0%	—	7.0%	—
動物性油脂	1.0%	1.0%	—	1.2%
その他（菓子粉・ミネラル等）	8.0%	3.0%	8.0%	2.1%
米粉	—	20.0%	—	20.0%
菓子屑	—	10.0%	—	10.0%
食品残さ	—	5.0%	—	5.0%
粗蛋白質（CP）	16.0%	12.4%	14.0%	10.8%
粗脂肪（EE）	4.0%	4.2%	3.0%	4.3%
粗繊維（CF）	6.0%	4.9%	5.0%	5.8%
カルシウム（Ca）	0.50%	0.61%	0.50%	0.52%
リン（P）	0.35%	0.47%	0.40%	0.42%
可消化養分総量（TDN）	78.0%	78.8%	78.0%	79.3%
1kg当たり飼料単価（消費税込み）	103.3円	80.3円	101.9円	78.7円

※成分量は、対照区ではメーカー表示値、試験区では飼料設計値を示した。

4 飼料成分分析

飼料の一般成分およびアミノ酸分析は、十勝農業協同組合連合会農産化学研究所（北海道帯広市）に依頼した。

なお、可消化養分総量（TDN）は、飼料成分分析値を基に、主要原料であるトウモロコシの日本標準飼料成分表：豚（中央畜産会 2009）の可溶無窒素物（NFE）、CP、粗脂肪（EE）および粗繊維（CF）の各消化率を乗じて、TDN 計算式により算出した。

5 飼養管理

飼養管理は、各区とも去勢豚と雌豚に分けて、2 頭 1 群で管理し、飼料は自由摂取、水は自由飲水により行った。なお、その他の飼養管理は、当場の慣行の方法に従った。

6 調査項目

調査項目は、発育成績、枝肉成績、糞中窒素排せつ量、総窒素排せつ量、堆肥化過程、肉質分析および経営収支とした。

(1) 発育成績および枝肉成績

発育成績は、試験開始から前期終了および出荷までの日数、日増体量（DG）、飼料摂取量および飼料要求率（FC）とした。

体重測定は、週 1 回の間隔で行い、前期終了時および出荷までの増体量を日数で割ることで DG を求めた。

飼料摂取量は、試験期間の飼料給与量を記録し、体重測定時に計量・記録した残飼との差から求めた。また、FC は飼料摂取量を前期終了時および出荷までの増体量で割ることで算出した。

枝肉成績は、出荷日齢、出荷体重、枝肉重量、背脂肪厚（BF）および格付等級とした。

(2) 糞中窒素排せつ量

糞中窒素排せつ量の測定は、酸化チタンを指標物質としたインデックス法（IndexN）により行った。なお、詳細の調査方法は、前期と後期の消化試験期間中の供試飼料には、酸化チタンを 0.1% 添加した飼料を、2 頭群飼の条件下で 8 日以上給与した後に、4 日間の糞を毎日 300g 以上採取した。

採取した糞は、十分均質化した後、4 日間の重量比率で混合し、分析に供するまで冷凍保存した。

また、糞中窒素排せつ量は以下の計算式により求めた。

$$\text{IndexN} = \text{窒素摂取量 } g^{※1} \times (1 - \text{窒素消化率 } \%^{※2})$$

※1 窒素摂取量(g) = 飼料摂取量 g × 飼料中 CP% / 6.25

※2 窒素消化率(%) = (1 - 飼料中酸化チタン% / 糞中酸化チタン% × 糞中窒素% / 飼料中窒素%)

糞中窒素含量の分析は、十勝農業協同組合連合会農産化学研究所（北海道帯広市）に委託し、ケルダール法を用いて行った。

糞中酸化チタンの分析は、糞を 60℃ で 24 時間風乾し、微粉砕したものを分析に供した。また、分析は、大森ら（2013）の方法を参考に行い、乾式灰化を行った後、30% 過酸化水素溶液で発色させ、吸光波長 408nm で比色定量した。

(3) 総窒素排せつ量

総窒素排せつ量の予測は、当該において 2021 年から 2023 年にかけて実施した試験で得られた下記の予測式（三角ら 2023）を用い、それぞれの供試豚の飼料摂取量と飼料中 CP 含量から求められる窒素摂取量を変数として算出した。

$$\text{総窒素排せつ量} = (0.6903 \times \text{窒素摂取量 } g^{※1}) - (\text{飼養日数} \times 15.317)$$

※1 窒素摂取量(g) = 飼料摂取量 g × 飼料中 CP% / 6.25

(4) 堆肥化過程の調査

調査は、2023 年 11 月 6 日から 12 月 22 日までの 47 日間行った。

調査に供した豚糞は、それぞれの区の豚房から 10L バケツを用いてランダムに採取した。採取後の豚糞は、ノコクズと 1 対 1 で混合し、容積重 (g/L) が 500 となるように比重調整した後に、うち 10L を

採材して堆肥原料として調査を開始した。

堆肥化調査は、富士平工業社製小型堆肥化装置（かぐやひめ）を用いて、当場の堆肥舎内で調査を行い、装置の通気量は毎分 800ml とした。

調査項目は、自動温度記録計（おんどとり）を用いた温度測定と、ガス検知管を用いた二酸化炭素（CO₂）濃度、アンモニア（NH₃）および窒素酸化物（NO、NO₂）濃度とし、毎日、定時に測定・記録した。

(5) 肉質分析

ロース肉の肉質分析は、外観評価、肉色、脂肪色、水分含量、粗脂肪含量、遠心保水性、加熱損失率、剪断力価および脂肪融点とした。

外観評価は、ロース肉の第 7-8 胸椎間をカットし、ロース断面の脂肪交雑では豚肉の脂肪交雑標準（PMS）、肉色では畜試式豚標準肉色（PCS）、脂肪色では畜試式豚標準脂肪色（PFS）を用いて、目視による評価を行った。

肉色および脂肪色は、第 7-8 胸椎部のロース断面および皮下脂肪断面について、色差計を用いて測定した。

水分含量および粗脂肪含量は、第 6 胸椎部のロース肉を用い、水分含量では加熱乾燥法（135℃ で 2 時間）、粗脂肪含量ではエーテルによるソックスレー抽出法で測定した。

遠心保水性は、第 7-8 胸椎部のロース赤肉部分を用いて、家畜改良センター技術マニュアル 21（家畜改良センター）に示す方法で行った。

加熱損失率は、第 9-11 胸椎部のロース赤肉部分から、供試豚 1 頭当たり約 25g、4 本を筋繊維に水平に 1.5cm 角に切り出し、重量測定後に 70℃ の恒温槽内で 60 分間加熱して取り出し、30 分間の放冷後に重量を測定して損失率を求めた。また、加熱損失率測定後のサンプルを 1cm 角に切り出し、そのサンプルを用いてインストロンによる Warner-Bratzler 剪断力価の測定を行った。

脂肪融点は、第 9-11 胸椎部の皮下内層脂肪を 100℃ で 2 時間抽出したサンプルを用い、ガラス毛细管を用いた上昇融点法により測定した。

(6) 経営収支

飼料費は、前期および後期の飼料摂取量と 1kg 当たり飼料単価から肥育豚 1 頭当たりの飼料費を求めた。また、枝肉販売額は、枝肉重量と 1kg 当たり枝肉単価から求め、それに内蔵価格を加えた。さらに、枝肉販売額と飼料費の差を枝肉販売差額として求め、経営収支を評価した。なお、全て消費税込みの金額である。

7 統計解析

統計解析は、統計解析ソフト R を用いた最小二乗分散分析 (守屋ら 2017) により実施し、最小二乗分散分析における要因は、性および試験区分とした。なお、糞中窒素含量、糞中窒素排せつ量の統計解析では、要因を肥育時期、性および試験区分とした。

結果および考察

1 供試飼料の成分分析値

供試飼料の成分分析値を表 3 に示した。なお、成分分析値は、各区 3 サンプルの平均値である。

給与した飼料中の CP 含量 (原物中) は、対照区では前期 15.8%、後期 13.5%とメーカー表示値と大差はなく、試験区においても、前期が 12.1%、後期が 10.2%と、飼料設計の CP 含量との差が 0.3%と 0.6%で、設計値と大差なかった。

TDN 含量は、対照区が前期 76.9%、後期 76.6%であったのに対して、試験区では同様に 78.5%と 79.4%と、試験区が 1.6%と 2.2%高い値となった。

試験区飼料の Lys、Met および Thr 含量は、結晶アミノ酸添加により対照区と大差はなく、これらのアミノ酸は、前期および後期における肥育豚のアミノ酸要求量を充足していた。

表 3 供試飼料の成分分析値

試験 区分	時期	DM	TDN	CP	EE	CF	NFC	Ca	P	Lys	Met+Cys	Thr		
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		
対照区	前期	原物	87.4	76.9	15.8	4.8	12.6	49.2	0.48	0.47	1.09	0.25	0.67	
		乾物	－	87.9	18.0	5.5	14.4	56.3	0.55	0.53	1.24	0.29	0.77	
	後期	原物	87.2	76.6	13.5	4.2	9.4	53.8	0.58	0.49	0.88	0.41	0.62	
		乾物	－	87.9	15.5	4.9	10.8	61.7	0.67	0.57	1.01	0.47	0.71	
	試験区	前期	原物	86.8	78.5	12.1	4.2	9.1	57.9	0.55	0.44	0.86	0.37	0.55
			乾物	－	90.5	14.0	4.9	10.5	66.7	0.63	0.50	1.00	0.42	0.64
後期		原物	87.0	79.4	10.2	4.3	7.5	60.2	0.68	0.46	0.65	0.43	0.37	
		乾物	－	91.3	11.7	4.9	8.6	69.2	0.78	0.53	0.75	0.50	0.43	

2 飼料摂取量

飼料摂取量を表 4 に示した。

飼料摂取量は、前期では対照区が 103.1kg、試験区が 100.2kg と差はなく、後期では同様に 168.5kg と 157.8kg で、肥育期間が短かった試験区が少なくなったが、その差 ($P=0.296$) は有意ではなかった。

なお、地域資源として米粉、菓子屑および食品残さを 35% 配合した試験区飼料の嗜好性は、市販配合飼料に比較して遜色ないものであり、飼料自給率の向上に大きく寄与できるものと思われる。

表 4 飼料摂取量

	肥育前期 (kg/頭)	肥育後期 (kg/頭)	全期間 (kg/頭)
対照区	103.1 ± 6.6	168.5 ± 17.1	271.6 ± 18.0
試験区	100.2 ± 6.7	157.8 ± 28.1	258.6 ± 23.3

※ 平均値 ± 標準偏差

3 発育および飼料効率

(1) 体重および DG の推移

平均体重の推移を図 1 に、DG の推移を図 2 に示した。

平均体重は、開始以降、前期終了の 5 週後、出荷開始前の 9 週後まで試験区が上回る体重で推移し、差が若干広がる傾向にあったが、両区とも順調に体重が増加した。

両区の平均 DG は、前期終了の 5 週までは 1,000g/日を上回る値で推移し、特に試験区では良好な増体を示した。また、5 週経過後の DG は、若干の低下傾向で推移したが、いずれも 1,000g/日程度で推移しており、飼料中の CP 含量の影響は認められなかった。このことは、配合飼料中の CP 含量を低くしても、Lys、Met 等の不足するアミノ酸を添加して、アミノ酸バランスを改善すれば、発育に影響がないとする報告 (須藤ら 2016) と一致する結果となった。

また、これまでに、食品残さ等を給与する県内の一部の養豚農家では、飼料中の CP 含量が低く、そのことを要因とした肥育豚の発育低下や出荷日齢の延長がみられている。これらの農家では、アミノ酸含量等の飼料分析を行った上で、給与飼料のアミノ

酸バランスを調整することにより、発育の低下を防ぐことができ、農家の生産性向上と経営改善につながるものと考えられる。

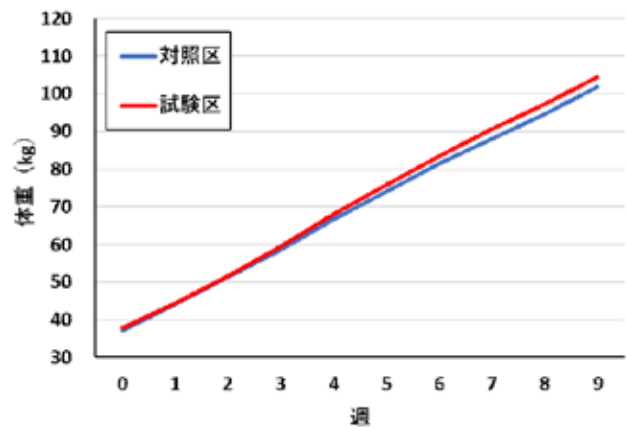


図 1 体重の推移

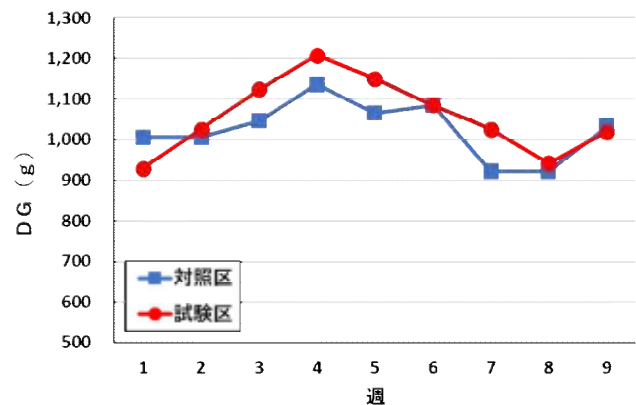


図 2 DG の推移

(2) 発育成績および飼料要求率

発育成績および飼料要求率を表 5 に示した。

なお、試験区の供試豚 2 頭で、体重 95kg 時に腸炎の発生に伴う体重の減少がみられたため試験除外したが、それまでは、良好な発育を示しており、給与飼料の影響とは考えられなかった。

体重は、開始時では対照区 37.2kg、試験区 37.9kg で、前期終了時では同様に 74.0kg と 76.0kg、試験終了時では 122.0kg と 121.8kg で両区に差はなかった。

DG は、前期では対照区 1,052g/日、試験区 1,087g/日 ($P=0.208$) で、後期では同様に 984g/日と 1,022g/日と大差 ($P=0.489$) はなかったが、試験区の肥育終了日齢が約 4 日短く ($P=0.174$)、低 CP バランス飼料給与による発育への悪影響は認められなかった。

FC は、前期では対照区 2.81、試験区 2.64 と試験区が有意 ($P<0.05$) に低く、後期では 3.53 と 3.57 と差 ($P=0.753$) はなく、低 CP バランス飼料の給与による飼料効率への悪影響は認められなかった。

なお、前述した試験区の試験除外豚 2 頭は、いずれも、タール様便の症状がみられ、原因は特定でき

なかったが、豚増殖性腸炎の臨床症状に似たものであった。試験区の飼料は無薬飼料であり、また、豚増殖性腸炎の対策であるチアムリン酸の経口投与も行っていなかったことから、これらの無薬飼料を給与する場合は、生菌剤の飼料添加等の対策が必要と考えられた。

表 5 発育成績及び飼料要求率

区分	頭数	開始体重 (kg/頭)	終了体重 (kg/頭)	一日増体量 (g/頭)	飼料要求率
対照区	11	37.2 ± 4.9	74.0 ± 6.3	1,052 ± 81	2.81 ± 0.16 ^a
	11	74.0 ± 6.3	122.0 ± 2.5	984 ± 99	3.53 ± 0.30
試験区	11	37.9 ± 5.9	76.0 ± 6.3	1,087 ± 57	2.64 ± 0.21 ^b
	9	77.2 ± 6.4	121.8 ± 4.1	1,022 ± 114	3.57 ± 0.33

※平均値 ± 標準偏差
※ a b 同列異符号間に有意差あり ($P<0.05$)
※試験区の豚2頭で体重95kg時にタール様便の発生があり、体重が減少がしたため試験から除外した。

4 糞中窒素排せつ量

(1) 糞中窒素割合

糞中窒素割合を図 3 に示した。

分析に供した糞の糞中窒素含量（原物中）は、試験区が 1.189%、対照区が 1.081%と、試験区が有意 ($P=0.0001$) に低く、低 CP バランス飼料給与により、糞中への窒素の排せつ割合の削減が図られた。

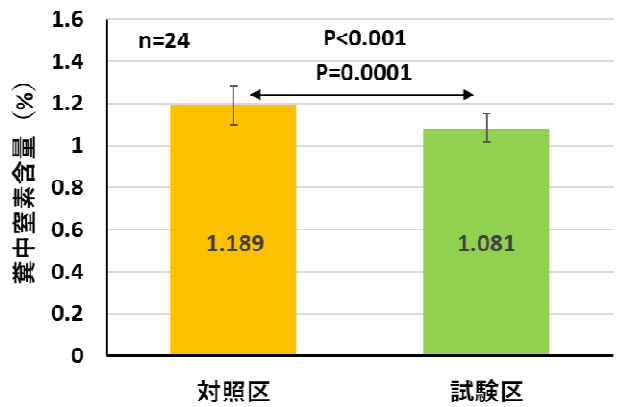


図 3 糞中窒素割合

(2) 糞中窒素排せつ量 (Index 法)

糞中窒素排せつ量を表 6 に示した。

1 日 1 頭当たりの糞中窒素排せつ量は、前期では対照区が 23.2g、試験区が 16.3g と、試験区が有意 ($P<0.001$) に低かったものの、後期では、対照区が 20.4g、試験区が 17.0g とその差 ($P<0.01$) は縮小した。

この結果、全期間では対照区が 22.1g、試験区が 16.7g と、試験区が有意 ($P<0.001$) に少なく、低 CP 飼料の給与により糞中窒素排せつ量が 24.4%削減された。

なお、本試験では糞排せつ量の測定は行わなかったが、令和 3 年度から令和 4 年度に、当场で行った試験と同様に、市販配合飼料を給与した対照区に比較して、糞排せつ量が少ない状況が観察された。この糞排せつ量が減少した要因としては、地域資源を配合した試験区飼料の NDF 含量が低かったことにより、飼料の消化性が高まり、消化・吸収されずに糞として排せつされる量が減少したのではないかと推察された。

表 6 糞中窒素排せつ量

	肥育前期 (g/日/頭)	肥育後期 (g/日/頭)	全期間 (g/日/頭)
対照区	23.2 ± 1.9 ^a	20.4 ± 2.5 ^A	22.1 ± 2.7 ^a
試験区	16.3 ± 2.0 ^b	17.0 ± 1.9 ^B	16.7 ± 2.0 ^b

※平均値±標準偏差

※^{a b}同列異符号間に有意差あり (P<0.001)

※^{A B}同列異符号間に有意差あり (P<0.01)

5 総窒素排せつ量

総窒素排せつ量の予測値を表 7 に示した。

1 頭当たりの総窒素排せつ量の予測値は、前期では対照区が 1,241g、試験区が 815g、後期では同様に 1,735g と 1,107g、肥育全期間では 2,976g と 1,921g と試験区が有意 (P<0.001) に低く、これまでの報告 (山本ら 2002、尾上ら 2010、須藤ら 2016、柴田ら 2021、三角ら 2022) と同様の結果を示し、低 CP バランス飼料の給与により総窒素排せつ量が 35.5%削減された。

なお、本試験における糞尿中への窒素排せつ量の削減率は、低 CP バランス飼料を体重 40kg から 110kg まで肥育豚に給与した場合の窒素排せつ量の削減予測値 37.2% (家入ら 2000) と、ほぼ同等の削減率となり、実際の養豚農場において窒素排せつ量の削減量を簡易に予測する方法として、十分に活用できる結果であると考えられた。

表 7 総窒素排せつ量

	肥育前期 (g/頭)	肥育後期 (g/頭)	全期間 (g/頭)
対照区	1,241 ± 119 ^a	1,735 ± 240 ^a	2,976 ± 206 ^a
試験区	815 ± 83 ^b	1,759 ± 319 ^b	1,921 ± 155 ^b

※平均値±標準偏差

※^{a b}同列異符号間に有意差あり (P<0.001)

6 堆肥化過程における調査結果

豚糞を用いた堆肥の温度推移を図 4 に、CO₂ 濃度の推移を図 5 に、NH₃ 濃度の推移を図 6 に示した。

堆肥温度は、両区とも堆肥化開始後と、1 週間後の切り返し後に 60℃程度まで上昇し、その後は、切り返しによる温度変動はあったものの、外気温に近い温度で推移した。

今回の試験実施時期は、冬期に実施したため、外気温が低く、また、開放型の堆肥舎内に小型堆肥化装置を設置したこともあり、外気温の影響を大きく受ける結果となった。なお、小型堆肥化装置で調査を行う場合は 20℃以上の条件下での実施が奨励されており、今後、調査を行う場合は、外気温の影響を受けにくい環境下で試験を実施する必要がある。

CO₂ 濃度の推移は、開始後 2 週までは同様の濃度で推移し、その後は、週 1 回の切り返し後に試験区で濃度が上昇し、開始 6 週以降は低い濃度で推移した。なお、開始 2 週からの二酸化炭素濃度の推移は、温度の推移と連動した動きを示し、試験区の方がより好気性菌による有機物の分解が行われていたと推察された。

NH₃ 濃度の推移は、試験区で開始直後に大きな濃度の上昇が見られたものの、その後 2 週までは同様に推移し、2 週を経過した後は、試験区の NH₃ 濃度は非常に低いレベルで推移し、低 CP 飼料給与の影響がみられた。なお、開始直後に試験区と対照区の NH₃ 濃度の差がみられた要因は、対照区の送風ブローアが目詰まりして、十分な通気がされていなかったことが影響したと考えられ、通気の改善を行った後は、同程度の濃度で推移した。

今回の試験と同様に、小型堆肥化装置を用いてアンモニア発生量を測定した試験 (尾上ら 2010) では、NH₃ のピーク濃度を 48.8%、総発生量を 43.0%抑制できたとしている。本試験においては、前述の試験と比べて、NH₃ の測定方法と通気量に違いがあり、低 CP 飼料給与による NH₃ の削減効果は下回るものの、堆肥化過程において低 CP バランス飼料給与の効果が認められた。

NO および NO₂ 濃度については、調査期間全体で検出されなかった。これは、堆肥化過程における窒素酸化物は、有機物の微生物による分解が進み、硝

化菌による硝化の副産物として発生することが判っており、 NH_3 濃度が高い段階では硝化菌による硝化が進行せずに窒素酸化物の発生がなかったものと推察された。なお、夏期に実施した堆肥化過程の予備調査においては、堆肥化が進行し、堆肥温度の低下とともに、 NH_3 の発生が無くなった段階で、窒素酸化物が 5~10ppm の低い濃度で検知されている。

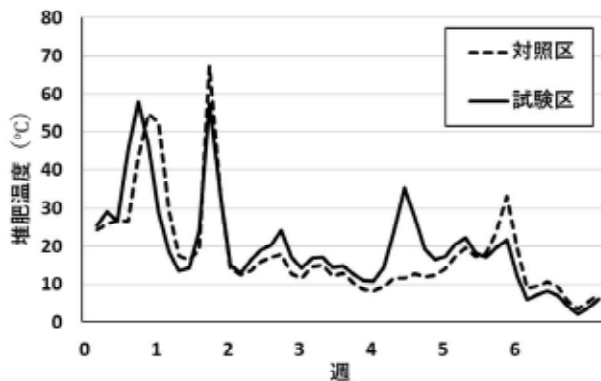


図 4 堆肥温度の推移

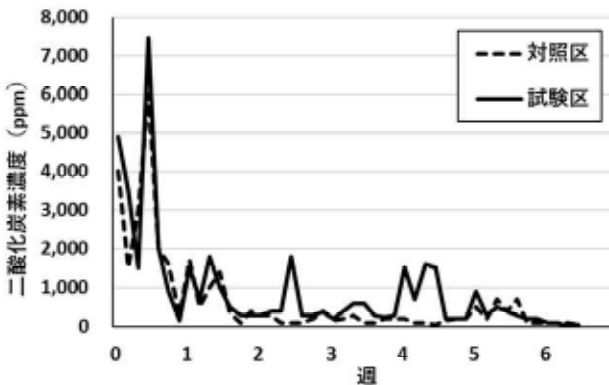


図 5 二酸化炭素濃度 (CO_2) の推移

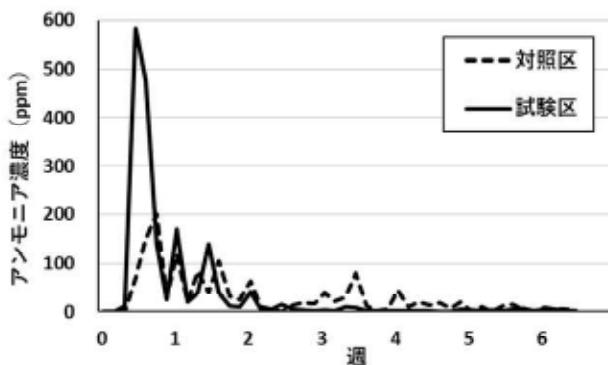


図 6 アンモニア濃度 (NH_3) の推移

7 枝肉成績

枝肉成績を表 8 に示した。

出荷日齢は、対照区が 158.0 日、試験区が 154.1 日と、試験区が 3.9 日短く ($P=0.174$)、低 CP 飼料給与の出荷日齢への悪影響はなく両区とも良好な結果であった。なお、出荷日齢は、養豚経営の生産性を評価するために重要な項目であり、低 CP バランス飼料の給与により高い生産性と窒素排せつ量の削減を両立できる良好な結果がえられた。

枝肉重量は、対照区が 80.4kg、試験区が 80.6kg と両区に差 ($P=0.935$) はなく、両区とも目標とした枝肉重量 80kg を達成する良好な結果であった。

枝肉歩留は、対照区が 65.8%、試験区が 66.2%と、枝肉重量と同様に、両区に差 ($P=0.644$) はなく、体重 120kg を基準とした出荷豚の選畜により、目標とした枝肉重量 80kg に平準化することができた。

背脂肪厚は、対照区が 2.20cm、試験区が 2.42cm と、試験区で厚かったが、その差 ($P=0.493$) は有意ではなく、低 CP バランス飼料の給与による影響とは考えられなかった。なお、試験区の BF が厚くなった要因は、試験区の 1 頭で、肥育仕上げ期において、同居豚の飼料摂取量が極端に減少したことにより、飼料摂取量の記録から推察すると 1 日平均で約 5kg 食い込んだと思われる個体がみられた。この肥育仕上げ期の過食により、皮下脂肪の蓄積が進み、この個体の BF が 3.6cm と、他の供試豚に比較して極端に厚くなったことが影響したのではないかと考えられた。

枝肉格付等級は、対照区が 3.4、試験区が 3.0 と、BF の結果が反映されて、試験区が若干低かったが、その差 ($P=0.433$) は有意ではなかった。なお、両区の格落ち要因は、対照区が大貫 2 頭、厚脂 3 頭、薄脂 1 頭で、試験区が大貫 1 頭、厚脂 4 頭、均称 1 頭であり、出荷前の飼料の過食を防ぎ、厚脂を減らす対策が必要と考えられた。

以上、枝肉成績をまとめると、試験区で BF が極端に厚い個体があり、全体の成績を下げたが、低 CP バランス飼料給与の影響ではなく、同居個体の健康状態の悪化が要因の一つと考えられたことから、2024 年度に実施予定の試験では、試験区飼料への生菌剤の添加等の対策を行う予定である。

表 8 枝肉成績

区分	頭数	出荷日齢 (日)	枝肉重量 (kg/頭)	枝肉歩留 (%)	背脂肪厚 (cm)	枝肉格付 等級
対照区	11	158.0 ± 5.9	80.4 ± 2.7	65.8 ± 1.4	2.20 ± 0.55	3.4 ± 0.8
試験区	9	154.1 ± 5.8	80.6 ± 3.2	66.2 ± 1.2	2.42 ± 0.66	3.0 ± 1.0

※平均値 ± 標準偏差

※枝肉格付等級は、(社)日本食肉格付協会の格付結果に基づき、極上：5、上：4、中：3、並：2、等外：1として評価した。

8 肉質分析結果

(1) 肉の外観

ロース肉の外観について表 9 に示した。

脂肪交雑は、対照区が 3.18、試験区が 3.11 とほぼ同程度であった。また、肉色は同様に 2.95 と 3.06、脂肪色は 1.77 と 1.56 で、肉の外観に大きな差は認められなかった。

(2) 肉色および脂肪色

ロース肉の色差計を用いた肉色および脂肪色について表 10 に示した。

肉色は、L 値が対照区 57.6、試験区 55.5、a 値が同様に 10.7 と 10.9、b 値が 9.8 と 9.9 で、肉色の数値に大きな差はなかった。

脂肪色は、L 値が対照区 74.9、試験区 76.2、a 値が同様に 4.5 と 4.5、b 値が 7.3 と 7.4 で、L 値で若干試験区が高い数値であったが、その差 ($P=0.115$) は有意ではなく、両区に大きな差はなかった。

なお、過去に当場で分析した LWD 種の肉色と脂肪色の値 (宮崎ら 2018、壺岐ら 2020) も同程度の数値であり、低 CP バランス飼料給与による肉色および脂肪色への影響は認められなかった。

表 9 ロース肉の外観

区分	脂肪交雑 (PMS)	肉色 (PCS)	脂肪色 (PFS)
対照区	3.18 ± 0.34	2.95 ± 0.42	1.77 ± 0.26
試験区	3.11 ± 0.22	3.06 ± 0.53	1.56 ± 0.30

※平均値 ± 標準偏差

表 10 ロース肉の肉色および脂肪色

区分	肉色			脂肪色		
	L値	a値	b値	L値	a値	b値
対照区	57.6 ± 3.7	10.7 ± 1.2	9.8 ± 1.1	74.9 ± 1.4	4.5 ± 1.2	7.3 ± 1.0
試験区	55.5 ± 6.0	10.9 ± 1.7	9.9 ± 1.3	76.2 ± 2.3	4.5 ± 0.9	7.4 ± 1.0

※平均値 ± 標準偏差

(3) 水分含量および粗脂肪含量

水分含量と粗脂肪含量について表 11 に示した。

水分含量は、対照区が 71.2%、試験区が 72.5%と試験区が有意 ($P=0.007$) に高かったが、粗脂肪含量では、4.66%と 4.32%と差 ($P=0.301$) がなかった。なお、当场で分析した LWD 種の平均値である水分含量 68.1%と粗脂肪含量 3.4% (堀之内ら 2010)、同様に 71.7%と 5.1% (宮崎ら 2018)、73.3%と 3.0% (壱岐ら 2021) と比較すると、両区ともに、これらと同程度の数値であり、地域資源を活用した低 CP バランス飼料の給与による悪影響は認められなかった。

表 11 水分含量および粗脂肪含量

区分	水分含量 (%)	粗脂肪含量 (%)
対照区	71.2 ± 1.1 ^a	4.66 ± 1.28
試験区	72.5 ± 0.8 ^b	4.32 ± 1.24

※平均値 ± 標準偏差

※^{ab}同列異符号間に有意差あり ($P<0.01$)

(4) 遠心保水性

遠心保水性について図 7 に示した。

遠心保水性は、対照区が 74.0%、試験区が 75.4%と、両区に差 ($P=0.297$) はなく、両区とも良好な保水性を示し、低 CP バランス飼料給与の影響は認められなかった。なお、アミノ酸バランス法によるデュロック種を用いた遠心保水性の数値 (前田ら 2019) は、71.77%と 74.06%であり、この結果と比較して、両区とも遜色ない保水性を示した。

(5) 加熱損失率

加熱損失率について図 8 に示した。

加熱損失率は、対照区が 21.3%、試験区が 22.4%と、試験区で高い傾向 ($P=0.053$) にあったが、当场で分析した LWD 種の平均値である 26.5% (堀之内ら 2010)、23.3% (宮崎ら 2018)、27.3% (壱岐ら 2021) と比較すると、両区の加熱損失率はいずれも低い値であり、加熱による損失は少なかった。

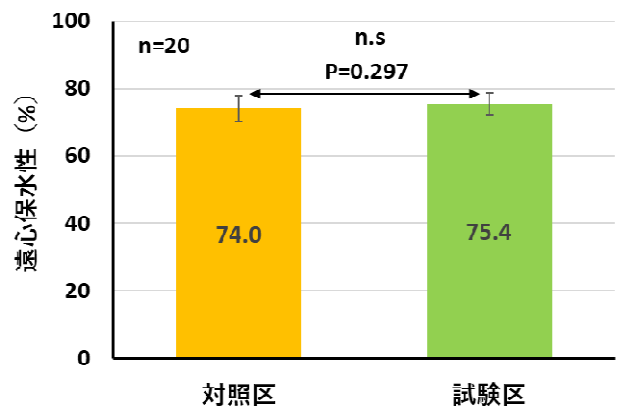


図 7 遠心保水性

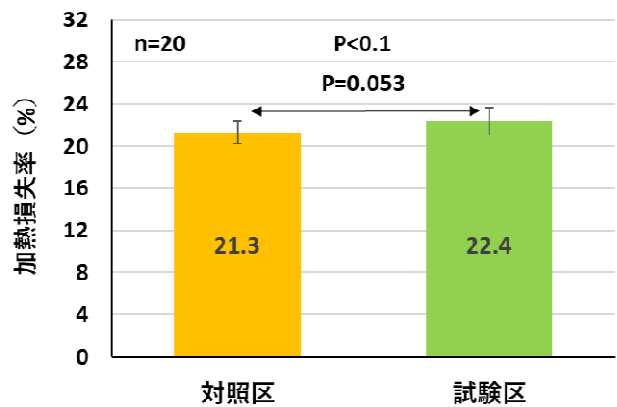


図 8 加熱損失率

(6) 剪断力価

剪断力価について図 9 に示した。

剪断力価は、対照区が 3.91kg、試験区が 3.33kg と試験区が若干低い値 ($P=0.178$) であった。なお、当场で測定した LWD 種の平均値である 5.0kg (堀之内ら 2010)、5.27kg (宮崎ら 2018)、5.49kg (壱岐ら 2021) と比較して、試験区は低い値であり、米粉 20% を含む地域資源 35%を配合した飼料の給与によって肉が柔らかくなる可能性が示された。

(7) 脂肪融点

脂肪融点について図 10 に示した。

脂肪融点は、対照区が 40.4℃、対照区が 39.8℃と両区に大差 ($P=0.592$) はなかった。なお、当场で分析した LWD 種の平均値である 30.6℃ (堀之内ら 2010)、32.1℃ (宮崎ら 2018)、34.5℃ (壱岐ら) と比較していずれも高い値であった。

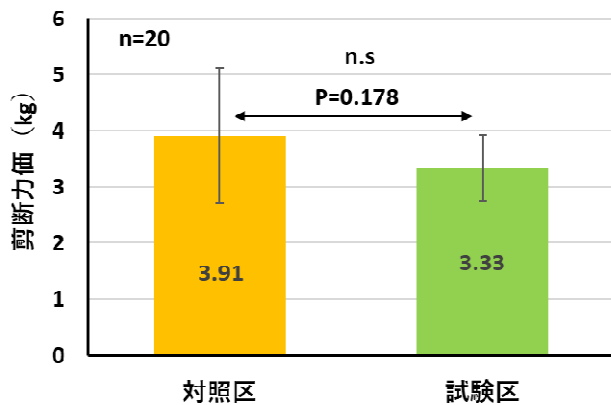


図 9 剪断力価

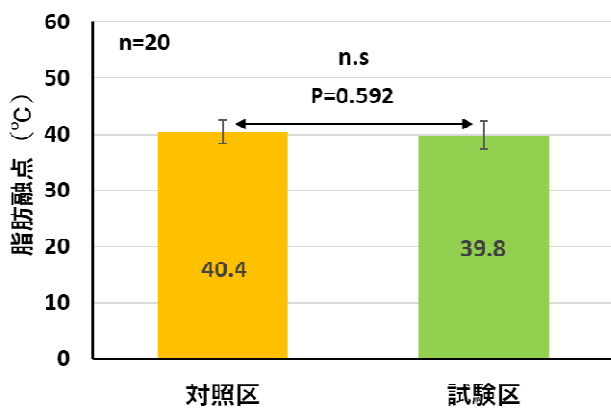


図 10 脂肪融点

9 経営評価

(1) 飼料費

肥育豚 1 頭当たりの飼料費を表 12 に示した。

飼料費は、前期が対照区 10,651 円、試験区 8,094 円、後期が同様に 17,169 円と 12,417 円、全期間では 27,820 円と 20,511 円で、いずれも試験区が有意 ($P<0.001$) に低く、飼料単価が安い地域資源の活用と、肥育期間が短かったことによって飼料費が 26.3%低減された。

なお、両区の飼料は紙袋飼料を供試しているが、通常の養豚経営では、バルク車輸送によるバラ飼料形態で農家に供給されているため、袋代や流通経費が削減され kg 当たり約 15 円飼料単価が下がることから、バラ飼料を利用すれば、さらに飼料費は下がると思われる。また、今回の試験区飼料は、二種混合トウモロコシを配合して飼料製造をしたが、原料単価が安い丸粒トウモロコシの利用が可能な養豚経営では、より一層の飼料単価の低下が見込まれ、さらに購入飼料費を削減することが可能である。

表 12 飼料費 (消費税込み金額)

	肥育前期 (円/頭)	肥育後期 (円/頭)	全期間 (円/頭)
対照区	10,651 ± 684 ^a	17,169 ± 1,743 ^a	27,820 ± 1,840 ^a
試験区	8,094 ± 540 ^b	12,417 ± 2,212 ^b	20,511 ± 2,767 ^b

※平均値 ± 標準偏差

※^a^b同列異符号間に有意差あり ($P<0.001$)

(2) 経営収支

経営収支について表 13 に示した。

肥育豚 1 頭当たりの枝肉販売額は、対照区が 40,694 円、試験区が 39,742 円と、枝肉等級の差により対照区が 952 円高くなったが、その差 ($P=0.337$) は有意ではなかった。

また、枝肉販売額から飼料費を差し引いた枝肉販売差額 (販売差額) は、対照区が 12,874 円、試験区が 19,231 円と、試験区が有意 ($P<0.001$) に 6,357 円高く、飼料費の差が経営収支に大きく影響した。

宮崎県農業経営管理指針作目別指標 (県営農支援課 2015) の肥育豚常時 800 頭養豚肥育専業経営における飼料費以外の経費 (その他経費) は、22,527 円であり、販売差額との差は、対照区が -9,653 円、試験区が -3,296 円と、両区とも販売差額がその他経費を下回る結果となり、対照区でより損失が大きく、今回の試験における飼料単価と枝肉単価では経営収支が成り立たない状況であった。

なお、飼料単価をバラ飼料単価に下げて試算を行ったところ、飼料費は対照区が 23,746 円、試験区が 16,633 円、販売差額は同様に 16,948 円と 23,110 円、その他経費と販売差額との差は、対照区が -5,579 円、試験区が 583 円となり、試験区ではその他経費を上回る結果となった。この結果から、試験区では減価償却費 1,615 円を含めれば、十分に養豚肥育専業経営が成り立つ結果であったが、対照区では減価償却費を含めても経営が維持できない厳しい結果であった。

表 13 経営収支 (消費税込み金額)

	飼料費 (円/頭)	枝肉販売額 (円/頭)	枝肉販売差額 (円/頭)
対照区	27,820 ± 1,840 ^a	40,694 ± 1,665	12,874 ± 1,553 ^a
試験区	20,511 ± 1,830 ^b	39,742 ± 2,767	19,231 ± 3,226 ^b

※平均値 ± 標準偏差

※^a^b 同列異符号間に有意差あり (P < 0.001)

10 まとめ

本研究では、肥育豚の肥育前期および後期において試験を実施し、低 CP バランス飼料の給与によって、これまでの報告（山本ら 2002、尾上ら 2010、須藤ら 2016、柴田ら 2021、三角ら 2022、2023）と同様に、発育と飼料効率に影響を与えることなく、総窒素排せつ量を 35.5%削減することができた。

また、枝肉成績および肉質においても、市販配合飼料給与と大差がなく、米粉 20%を含む原料単価が安い地域資源 35%を配合した飼料を給与することにより飼料費が 26.3%削減され、経営収支においても販売差額を肥育豚 1 頭当たり 6,357 円増加することが可能である。

さらには、宮崎県農業経営管理指針（宮崎県営農支援課 2015）の養豚一貫経営における年間飼料必要量の 75%を肥育豚が占めることから、肥育豚の飼料に、地域資源を 35%活用することにより、養豚一貫経営の飼料自給率を 25%向上することができる。

これらの結果は、地域資源を活用した低 CP バランス飼料の給与によって、窒素排せつ量等の環境負荷の軽減とあわせて、飼料費の低減と飼料自給率の向上に大きく寄与するものと考えられる。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、供試材料の調製や調達に御協力いただいた株式会社綾豚会の皆様に深く感謝いたします。

文 献

- 堀之内正次郎，中塩屋正志，岩切正芳，船ヶ山裕二，山崎紀子．2010．肥育豚に対する飼料用米給与試験．宮崎県畜産試験場研究報告 22，72-87．
- 家入誠二，古閑護博，村上忠勝．2000．アミノ酸を添加した低タンパク質飼料の給与が肉豚の赤肉生産性に与える影響．西日本畜産学会報 43，67-73．
- 壺岐侑祐，岩切正芳，岐本博紀．2021．多産系産子の肉質向上試験（第 2 報）．宮崎県畜産試験場研究報告 32，13-16．
- 家畜改良センター．技術マニュアル 21，食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル．16-17．
- 前田恵助，齊藤智美，楠川翔悟，齊藤薫，入江正和．高タンパク質含量でリジン/タンパク質比が低い飼料の給与がデュロック種肥育豚の生産性，肉質，官能特性に及ぼす影響．2019．日本養豚学会誌 56(2)．33-48．
- 守屋和幸，広岡博之．2017．R パッケージを用いた最小二乗分散分析と最小二乗平均値の算出．日本畜産学会報 89(1)，1-6．
- 三角久志，甲斐敬康，鍋倉弘良，柴田翔平．2022．地域資源を活用した環境負荷低減型配合飼料の効果実証(第 2 報)．宮崎県畜産試験場研究報告 33，65-71．
- 三角久志，甲斐敬康，柴田翔平．2023．地域資源を活用した環境負荷低減型配合飼料の効果実証(第 3 報)．宮崎県畜産試験場研究報告 34，78-86．
- 宮崎涼子，内山伸二，西礼華，竹之山慎一．2018．新生みやざき豚の創出試験（第 1 報）．宮崎県畜産試験場研究報告 29．38-45．
- 宮崎県営農支援課．2015．宮崎県農業経営管理指針 作目別指標，No204 養豚一貫経営 120 頭．
- 宮崎県営農支援課．2015．宮崎県農業経営管理指針 作目別指標，No205 養豚肥育経営 800 頭．
- Ohmori H, Nonaka I, Ohtani F, Tajima K, Kawashima T, Kaji Y, Terada F. 2013. An improved dry ash procedure for the detection of titanium dioxide in cattle feces. Animal Science Journal, 84:726-731

尾上武, 立花文夫, 鮫ヶ井靖雄, 小山太, 手島信貴, 山口昇一郎, 浅田研一. 2010. アミノ酸添加低タンパク質飼料の肥育豚への給与が季節別の尿量および窒素排せつ量に与える低減効果. 日本養豚学会誌 47(1), 1-7.

尾上武, 立花文夫, 鮫ヶ井靖雄, 小山太, 手島信貴, 山口昇一郎, 浅田研一. 2010. 低タンパク質飼料を給与した肥育豚の堆肥化過程における窒素動態とアンモニアの発生状況. 日本養豚学会誌 47(1), 8-15.

柴田翔平, 甲斐敬康, 鍋倉弘良. 2021. 地域資源を活用した環境負荷低減型配合飼料の効果実証(第1報). 宮崎県畜産試験場研究報告 32, 64-69.

須藤立, 長田隆, 荻野暁史, 羽成勤. 2016. アミノ酸添加低タンパク質飼料を給与した肥育豚尿の污水处理過程から発生する環境負荷ガスの排出量低減効果. 日本畜産学会報 87 (4), 373-380.

中央畜産会. 日本標準飼料成分表(2009年版). 3章 3.2

Wheeler T L, M Koohmaraie, Cundiff L V, M E Dikeman. 1994, Effects of Cooking and Shearing Methodology on Variation in Warner-Bratzler Shear Force Values in Beef, Journal of Animal Science, 72:2325-2330.

山本朱美, 高橋栄二, 古川智子, 伊藤稔, 石川雄治, 山内克彦, 山田未知, 古屋修. 2002. 肉豚へのアミノ酸添加低タンパク質飼料の給与による尿量, 窒素排せつ量およびアンモニア発生量の低減効果. 日本養豚学会誌 39(1), 1-7.