

## 国産原料で試作した有機様配合飼料が黒豚の発育と肉質に及ぼす影響

大小田 勉<sup>\*1</sup>・池谷幸恵<sup>\*2</sup>・梅北信二郎<sup>\*3</sup>・喜田克憲<sup>\*4</sup>

### 要 約

この研究は「かごしま黒豚」の発育と肉質に対する有機様配合飼料の影響を調べることを目的とした。この配合飼料を試作するため、地域で入手可能な非有機の粉末飼料を4種類（甘藷、玄米、大豆、魚粉）用意した。体重40kgの「かごしま黒豚」（パークシャー種去勢雄）6頭を、原材料により市販配合飼料（対照区）と有機様配合飼料（試験区）に分け（3頭/区、単独飼育）、制限給餌にて肥育した。豚が115kgに達した時点で出荷・屠畜・解体し、各区3頭ずつのロースブロックを理化学検査に供した。配合飼料の違いによる肥育期DG、出荷日齢、上物率への影響はみられなかった。筋肉組織（ロース）においても、一般栄養成分、ドリップ、アミノ酸、核酸関連物質への影響は認められなかった。有機様配合飼料では、イミダゾールジペプチドであるアンセリンが有意に増加し、ビタミンB1が低下した。背脂肪組織では、脂肪融点への影響はみられなかったが、リノレン酸が試験区で対照区より有意に高い割合を示した。有機様配合飼料の価格は市販飼料の約3倍となり、実際の有機飼料（4種類）で配合すると約10倍以上と試算された。

キーワード: オーガニック, 価格, かごしま黒豚, 有機様配合飼料

### 緒 言

世界的に畜産業は、アニマルウェルフェアやオーガニック（有機）など、動物本来の行動を制限せず、自然に近い環境で飼養することを重要視している。オーガニック畜産物は、化学農薬、化学肥料、環境ホルモン、遺伝子組み換え技術を避けた自然のままの健全な食物連鎖で構築される畜産物であり、安全な食品として、人の健康に良く、美味しい等が目的とされている。日本においても耕種部門ではすでにオーガニックが進んでおり、有機の野菜やお茶などが販売されている。さらに価格が多少高くてもオーガニックの主旨を理解し、健康に留意する消費者の支持を受けつつある。しかし、畜産分野でのオーガニックの取組はなかなか進んでいないのが現状である。日本で有機畜産が育たない理由として、栄養的に安定した有機飼料を通年供給する難しさがある。豚の有機飼料の原料として、人に提供される有機の穀物や野菜を豚に給与する方法もあるが、飼料コストが跳ね上がり、畜産物も破格の値段となる。また、豚を飼育するうえで、エネルギー源やタンパク源として一年を通じ安定的に供給できる飼料が必要となるが、地域の養豚農家が飼料と

なる有機作物を自らつくる際、有機の土づくりを含め、季節ごとに数種類の作物を栽培し、豚の頭数に応じた量を安定的に収穫するのは極めて難しい。

これらを解決するため、高価ではあるが豚の餌として人々に許容され、地域で入手可能な原材料を配合し、安定的に養豚農家に提供することを目的に、国産有機配合飼料の作成を試みた。「かごしま黒豚」のさらなるブランド力強化や差別化において、オーガニック黒豚肉は世界的なブランドとなる可能性があり、本研究では有機様（非有機）の原材料を用いて配合飼料を作成し、飼料コストや豚への発育や肉質に与える影響を検討した。

### 材料および方法

#### 1 有機様配合飼料

有機様配合飼料は、有機作物として、そのまま配合可能な粉末の4種類の非有機材料を用意した（図1）。自家配合可能な乾燥粉末状のものを用いた。まず、かごしま黒豚のブランド指定基準に欠かせない甘藷は家畜飼料用「焼き芋パウダー」を購入し、玄米は農業開発総合センターで栽培されたものを2mm以下に粉碎して使用した。タンパク源として、大豆「きなこ」と、魚粉乾燥粉末である家畜用飼料「65%フィッシュミール」を購入した。なお、有機様配合飼料の成分値は、肥育前期飼料をTDN 92.3%、CP 17.2%とし、肥育後期飼料をTDN 92.5%、

\*1 南薩家畜保健衛生所

\*2 鹿兒島中央家畜保健衛生所徳之島支所

\*3 鹿兒島県農業総合開発センター農業大学校

\*4 鹿兒島県経済農業協同組合連合会



図1 4種類の有機様配合飼料の原材料

表1 飼料の原材料の配合割合と成分値

飼料	肥育前期		肥育後期	
	対照区	試験区	対照区	試験区
	---含有割合(%)---			
原材料名				
穀類：とうもろこし等	68	-	55	-
植物性油かす類	19	-	14	-
そうこう類	4	-	16	-
その他	9	-	5	-
甘藷	-	41	10	42
玄米	-	41	-	42
動物性飼料：魚粉	-	10	-	8
穀物：大豆（きなこ）	-	8	-	8
分析成分項目				
TDN（計算値）	78.5	92.3	70.0	92.5
粗タンパク質	16.0	17.2	13.5	16.3

CP 16.3%とした。この成分値にするため、甘藷、玄米、魚粉、大豆の配合割合を、肥育前期飼料ではそれぞれ41%、41%、10%、8%、肥育後期飼料ではそれぞれ42%、42%、8%、8%とし、場内の攪拌機で自家配合した。（表1）。これらの有機様配合飼料を試験区とし、畜産試験場で通常用いる市販飼料を対照区とした。

## 2 飼養試験と枝肉評価

飼養試験は畜産試験場において2017年9月生まれのバークシャー種去勢雄を用いて行った。豚6頭を飼料により市販飼料区（対照区）と有機様飼料区（試験区）に分け、各区3頭を単飼豚房で飼養した。飼料の給与は肥育期を通じ、朝夕2回給与の制限給餌とし、1頭あたりの給与量は表2の通りとした。肥育前期用飼料は体重

表2 飼料の給与量

肥育前期		肥育後期	
体重 (kg)	給与量 (kg/日)	体重 (kg)	給与量 (kg/日)
40	1.4	70	2.2
45	1.5	75	2.3
50	1.6	80	2.4
55	1.7	90	2.5
60	1.8	95	2.6
65	1.9	100	2.7
		105	2.8
		115	2.9

40kgから70kgまで給与し、肥育後期用飼料は体重70kgから給与し115kgで出荷した。調査項目は、肥育期の1日増体量（DG）、出荷日齢、枝肉重量、枝肉背脂肪厚（背脂肪厚）および上物率とした。飼養試験は、日本学術会議の「動物実験の適正化に向けたガイドライン」などに従い、動物倫理に十分な配慮を払って行った。

## 3 理化学分析による肉質の評価

試験終了後に出荷した肥育豚からそれぞれ左右のロースブロックを採材し、右側ロースブロックを分析サンプルとして、左側ロースブロックを食味試験として使用した。熟成時間を合わせるため、出荷・と殺・解体（0日目）した後、枝肉を0℃で冷蔵保管して、3日目に枝肉よりロースブロックの切り出しを行い、5日目に分析用の肉検体の採材を行った。採材後は真空パックを行い、分析まで-20℃で冷凍保存した。

各種測定については、鹿児島県経済農業協同組合連合会食品総合研究所（鹿児島市）に委託して行った。筋肉は、一般栄養成分として、水分、タンパク質、脂質、炭水化物、灰分、エネルギーを測定した。ドリップは重量測定法、pHはガラス電極法、遊離アミノ酸は高速液体クロマトグラフトリプル四重極型質量分析、核酸関連物質は高速液体クロマトグラフ法で測定した。また、ビタミンB1はLCMSMS法、低分子の代謝物質についてはメタボローム解析を行った。脂肪は、脂肪酸組成をガスクロマトグラフ法、脂肪融点を滴点測定法、ビタミンEを高速液体クロマトグラフ法で測定した。

## 4 食味調査

対照区と試験区のロース肉をソーとしゃぶしゃぶで、男性5名（40～50歳代）に食味評価（アンケート調査）を実施した。アンケート項目は、香り、軟らかさ、ジュシーさ、甘さ、美味しさについて、好みを選び、さら

に感想も自由に記載してもらった。



図2 ロースのソテーとしゃぶしゃぶ肉

## 5 統計処理

得られたデータは、平均値と標準偏差を算出した後、welch の t 検定により  $P < 0.05$  の場合に統計学的に有意差があると判断した。

## 結 果

### 1 有機様配合飼料のコスト

有機様配合飼料の原材料 1kg あたりの単価は、甘藷、玄米、魚粉、大豆がそれぞれ 150 円、180 円、215 円、110 円となった (表 3)。これらの原材料を表 1 の割合で配合すると、有機様配合飼料の単価は肥育前期、肥育後期とも約 165 円/kg となった (表 4)。

表 3 原材料 1kg あたりの単価

飼料	単価
甘藷 (焼き芋パウダー)	150円
玄米 (2mm以下に破碎)	180円
魚粉 (65%フィッシュミール)	215円
大豆 (きなこ)	110円

表 4 配合飼料 1kg あたりの単価

飼料	肥育前期	肥育後期
市販飼料	55円	55円
有機モデル飼料	167円	165円

### 2 飼養成績と枝肉成績

出荷日齢は対照区と試験区でそれぞれ 236 日齢と 229 日齢となり、枝肉重量はそれぞれ 71.8kg と 73.6kg となった。肥育期 DG はそれぞれ 551g と 586g となった。試験区で肥育期 DG が大きく、出荷日齢も短く枝肉重量も重かったが有意差はみられなかった。また、背脂肪厚はそれぞれ 1.9cm と 2.2cm となり、試験区が厚かったが有意差は認められず、上物率は両区とも 100%であった (表 5)。

表 5 発育および枝肉成績

項目	対照区 (3頭)	試験区 (3頭)
肥育期DG (g)	550.8 ± 19.1	585.9 ± 50.1
出荷日齢 (日)	236.0 ± 6.4	229.0 ± 14.0
枝肉重量 (kg)	71.8 ± 1.3	73.6 ± 0.4
背脂肪厚 (cm)	1.9 ± 0.2	2.2 ± 0.2
上物率	100 %	100 %

データは平均±標準偏差。

### 3 理化学分析による肉質の評価

一般栄養成分を示す水分、タンパク質、脂質、炭水化物、灰分、エネルギーと、保水性を示すドリップおよび pH において、対照区と試験区間に有意な差はみられなかった。(表 6)。

表 6 筋肉の一般栄養成分およびドリップ

項目	対照区 (3頭)	試験区 (3頭)
水分 g/100g	73.1 ± 1.0	72.5 ± 0.5
タンパク質 g/100g	22.7 ± 0.2	23.1 ± 0.5
脂質 g/100g	2.9 ± 0.8	3.0 ± 0.9
炭水化物 g/100g	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.0
灰分 g/100g	1.0 ± 0.0	1.1 ± 0.0
エネルギー kcal/100g	124.0 ± 8.5	127.0 ± 6.4
ドリップ %	4.4 ± 1.0	3.7 ± 0.8
pH	5.8 ± 0.1	5.7 ± 0.2

データは平均±標準偏差。

18 種類のアミノ酸では、対照区と試験区間に有意差はみられなかった。しかし、2 つのアミノ酸が結合したイミダゾールジペプチドは、対照区と試験区がそれぞれアンセリンで 23.0mg と 32.2mg、カルノシンで 709mg と 790mg となり、対照区より試験区の量が多く、アンセリンで有意差が認められた ( $P < 0.05$ ) (表 7)。

筋肉の旨味や新鮮さを示す核酸関連物質である ATP、ADP、AMP、IMP、HxR、Hx および K 値では、対照区と試験区間に有意な差はみられなかった (表 8)。

筋肉のビタミン B1 含量は対照区と試験区がそれぞれ 0.99mg と 0.51mg となり、試験区が有意に低く ( $P < 0.01$ )、背脂肪のビタミン E 含量でも  $\delta$ -トコフェロールが対照区と試験区で 0.05mg と 0.03mg となり、試験区が有意に低くなった ( $P < 0.05$ ) (表 9)。

表7 筋肉のアミノ酸

組織含量 (mg/100g)	対照区 (3頭)	試験区 (3頭)
アスパラギン酸	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.2
グルタミン酸	20.2 ± 1.4	21.5 ± 3.2
セリン	13.7 ± 3.5	14.2 ± 2.7
グリシン	18.5 ± 0.3	17.7 ± 2.1
ヒスチジン	30.9 ± 3.7	34.3 ± 9.4
アルギニン	11.2 ± 0.6	10.7 ± 1.1
スレオニン	3.6 ± 0.9	3.3 ± 1.1
アラニン	39.1 ± 2.6	38.3 ± 1.4
プロリン	8.1 ± 0.8	7.1 ± 0.4
チロシン	9.7 ± 0.4	9.5 ± 0.5
バリン	7.0 ± 0.3	7.2 ± 1.4
メチオニン	8.3 ± 0.1	8.6 ± 0.7
シスチン	13.1 ± 0.4	13.1 ± 0.2
イソロイシン	8.5 ± 0.1	8.8 ± 0.5
ロイシン	9.6 ± 0.5	9.6 ± 1.6
フェニルアラニン	10.4 ± 0.2	10.7 ± 0.4
リジン	13.9 ± 0.8	13.5 ± 0.9
トリプトファン	4.3 ± 0.2	4.3 ± 0.1
アンセリン	23.0 ± 2.6 b	32.2 ± 1.8 a
カルノシン	708.6 ± 29.4	789.5 ± 88.4

データは平均±標準偏差.異なる英文字間に有意差あり(P<0.05).

表8 筋肉の核酸関連物質

組織含量 (mg/100g)	対照区 (3頭)	試験区 (3頭)
ATP	16.6 ± 1.6	16.4 ± 1.4
ADP	10.5 ± 0.7	10.9 ± 0.7
AMP	10.7 ± 0.9	11.2 ± 1.2
IMP (イノシン酸)	112.0 ± 15.6	105.6 ± 3.0
HxR (イノッ)	61.5 ± 5.1	67.6 ± 6.3
Hx (ヒポキサンチン)	6.6 ± 1.7	5.4 ± 1.3
K値	31.5 ± 4.2	33.6 ± 1.5

表9 筋肉のビタミンB1および背脂肪のビタミンE

組織含量 (mg/100g)	対照区 (3頭)	試験区 (3頭)
ビタミンB B1	0.99 ± 0.02 A	0.51 ± 0.04 B
ビタミンE α	0.29 ± 0.01	0.32 ± 0.01
β	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
γ	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
δ	0.05 ± 0.00 a	0.03 ± 0.00 b

データは平均±標準偏差.異なる英文字間に有意差あり (AB:P<0.01, ab:P<0.05)

脂肪酸組成において、リノレン酸は対照区と試験区がそれぞれ 0.6%と 0.8%となり、試験区が有意に高かった (P<0.05)。ドコサペンタエン酸とドコサヘキサエン酸でも試験区が有意に高くなった (P<0.01)。ドコサテトラエ

ン酸では試験区が対照区より有意に低くなった (P<0.01)。脂肪融点は対照区と試験区がそれぞれ 40.1℃と 39.6℃となり、2区間に差はみられなかった (表10)。

表10 背脂肪の脂肪組成および脂肪融点

脂肪酸	対照区 (3頭)	試験区 (3頭)
デカン酸	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
ラウリン酸	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
ミリスチン酸	1.4 ± 0.1	1.3 ± 0.0
ペンタデカン酸	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
パルミチン酸	27.1 ± 1.0	27.2 ± 0.2
パルミトレイン酸	2.1 ± 0.2	2.1 ± 0.1
ヘプタデカン酸	0.3 ± 0.0	0.2 ± 0.0
ヘプタデセン酸	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0
ステアリン酸	14.6 ± 1.9	15.0 ± 0.8
オレイン酸	42.0 ± 1.9	41.7 ± 0.8
リノール酸	9.6 ± 0.8	8.8 ± 0.1
リノレン酸	0.6 ± 0.0 b	0.8 ± 0.0 a
アラキジン酸	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0
イコセン酸	0.9 ± 0.0	0.8 ± 0.1
イコサジエン酸	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0
イコサトリエン酸	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
アラキドン酸	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.0
ドコサテトラエン酸	0.1 ± 0.0 A	0.0 ± 0.0 B
ドコサペンタエン酸	0.1 ± 0.0 B	0.3 ± 0.0 A
ドコサヘキサエン酸	0.0 ± 0.0 B	0.5 ± 0.1 A
脂肪融点 (°C)	40.1 ± 2.3	39.6 ± 1.2

データは平均±標準偏差.異なる英文字間に有意差あり (AB:P<0.01, ab:P<0.05)

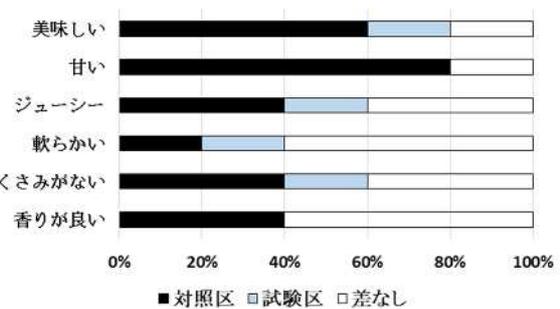


図3 ソテーでの食味評価

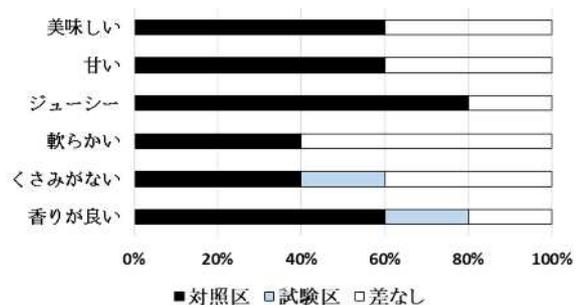


図4 しゃぶしゃぶでの食味評価

#### 4 食味による肉の評価

ソテーでは「美味しい」、「甘い」で対照区の評価が高く、他の「ジューシー」、「軟らかい」、「くさみがない」、「香りが良い」の4項目では2区間に目立った差はみられなかった(図3)。しゃぶしゃぶでも「美味しい」、「甘い」、「ジューシー」、「香り」で対照区の評価が高かった(図4)。感想として、ソテーで、「脂にうっすらと魚の臭みを感じる」が1名から得られた。

#### 考 察

一般的に養豚農家は配合飼料を利用しているため、畑を含め作物をつくる土台がない場合が多い。有機畜産を目指す養豚農家にとって、有機作物は土壌管理を含め栽培が難しいうえに、一年間、安定した給与量を確保することも困難である。また、季節の作物も収穫するステージにより栄養価が変化するため、常に安定した栄養価の餌を豚へ給与することも難しい。この問題を解決する手がかりを得るため、一年を通して供給可能な有機配合飼料のモデルの作成に取り組んだ。本研究では、コストの関係上、まず有機でも入手可能な非有機の原材料を配合した。原材料の候補として、地元で調達可能であること。次に季節の収穫量が多く、保存しながら一年間の供給が可能なもの。さらに、「豚への給与は勿体ない」など、マイナスイメージが強くない作物等を基準とした。例えば、有機小麦は入手しやすいが、パンやスパゲッティなど、人の有機食材として汎用性が高く、豚の餌にするのは勿体ない等のマイナスイメージが強いことを知った。これらのことから農薬等が手に入らず、必然的に有機畜産となっていた“戦後の鹿児島島の養豚”をコンセプトに、県内で生産量の多い甘藷や魚のアラを黒豚に給与することにした。有機畜産物 JAS 規格において、魚粉は科学処理を行っていないものは条件付きで使用できるとしており、養魚でなく自然魚であれば有機となる可能性がある。

有機畜産物のマーケティング上の問題はその価格にある。飼料のコストは経営に大きな影響を及ぼす。今回の有機様配合飼料の材料は、すぐに配合できる市販のものを中心に集めたが、その単価は非有機原材料であるにもかかわらず市販飼料の約3倍の165円/kgとなった。試験区の飼料要求率は3.5であり、3.5kgの有機飼料で豚肉1kgが作られることになる。有機農産物は一般栽培農産物より高値であり、この有機農産物(甘藷・玄米・大豆)で育てた有機肉は更に割高となる可能性がある。餌のコストが3倍になれば、肉の価格もコストに応じて上げざるを得ないが、一般消費者にとって、その価格は許容範囲であるのか疑問である。現在、国際的にオリンピック

等でオーガニックの需要が増している状況であるが、有機甘藷や有機米等をインターネット上の購入価格で試算すると、市販飼料の約10倍以上になることがわかった。肉の価格もコストに応じて上昇した時、マーケティング上、この価格帯に対応できる消費者は富裕層であると思われ、有機肉を取り扱う場合には、レストランや料亭などの販売先まで考慮する必要がある。飼料コストに関しては、有機配合飼料の誕生により有機養豚農家が増えた場合、飼料の需要増とともに、飼料単価や豚肉の生産コストも下がる可能性がある。将来的に、より低価格な有機配合飼料が販売可能となれば、有機養豚を目指す農家は参入しやすくなる。

本試験は有機養豚への可能性についての予備試験であり、まずは有機での利用可能な原材料をモデルとした。飼料メーカーがミネラル等を含め栄養的に綿密に計算された市販飼料に対し、わずか4種類の原材料の配合で豚が正常に発育したことは、有機配合飼料への可能性を感じさせた。また、肉質は機能性成分であるアンセリンやビタミンB1、リノール酸などで有意差がみられたが、食味を含め大きな問題はみられなかった。食味した評価者から「本物の有機豚肉だったら、さらに美味しいのではないか」との感想もあったが、オーガニックは豚やそれを食べた人の健康に貢献していると思われるが、美味しさとしてどこまで貢献できるかは不透明である。

地域に根ざした原材料で有機配合飼料を作り、有機黒豚を世界に発信することは「かごしま黒豚」のさらなる差別化やブランド力向上を含め、将来的に意義のあることだと思われる。

## Effect of Organic Model Formulated Diet Produced with Domestic Raw Materials on Growth and Meat Quality of Kagoshima Berkshire Pigs

Tsutomu Ohkoda, Yukie Iketani, Sinjirou Umekita and Katsunori Yoshida

### Summary

The purpose of this study is to examine the effect of organic-like formulated feed on growth performance and meat quality of growing Kagoshima Berkshire pigs. To prepare organic-like formulated feed, four kinds of non-organic materials available locally were prepared. Those materials were sweet potatoes, brown rice, soybeans and fish meal. Six Kagoshima Berkshire pigs (barrows) with an initial body weights of 40 kg were allocated in a completely randomized block design with three pigs per class. The diets included a corn-soybean basal diet (control) and the diets organic-like formulated by replacing the sweet potatoes, brown rice, soybeans and fish meal in the control diet. When each pig's body weight reached 115 kg, the pigs were shipped, slaughtered and dissected, and five loin samples from two group were subjected to physical and chemical analyses and sensory evaluation. Differences in feed ingredients did not affect fattening stage DG, shipping date, or backfat thickness. No difference to general components nutrition, drip loss, nucleic acid related substances, amino acid amount, of loin meat in between general formulated feed (a commercial feed) and organic-like formulated feed. However, in the organic-like diet, the anserine, an imidazole dipeptide, increased significantly and vitamin B1 decreased. There was no difference in fatty acid composition and fat melting point in the back fat adipose tissue, but linolenic acid ratio was significantly higher in organic-like formulated feed than in general formulated feed. The price of an organic-like feed was three times higher than that of a commercial feed, and it was estimated that a real organic compound feed was more than ten times that of a commercial feed.

Keywords: Kagoshima Berkshire pigs, Organic, Organic-like formulated feed, Price