

**[Original Paper]**

**乾燥ワイン粕添加飼料の給与が肥育豚の発育、  
枝肉性状、肉質および食味性に及ぼす影響**

古屋元宏<sup>1\*</sup>・乙黒美彩<sup>2</sup>・江草(雑賀)愛<sup>3</sup>・柳田藤寿<sup>2</sup>・菊島一人<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>山梨県畜産酪農技術センター 〒409-3812 山梨県中央市乙黒963-1

<sup>2</sup>国立大学法人山梨大学ワイン科学研究センター 〒400-0005 山梨県甲府市北新1-13-1

<sup>3</sup>日本獣医生命科学大学 〒180-8602 東京都武蔵野市境南町1-7-1

<sup>1\*</sup>現所属 山梨県東部家畜保健衛生所 〒406-0034 山梨県笛吹市石和町唐柏1000-1

<sup>1\*\*</sup>現所属 山梨県西部家畜保健衛生所 〒407-0024 山梨県韮崎市本町3-5-24

**The Effects of Dried Wine pomace-Supplemented Feed on the Growth of  
Fattening Pigs, Their Carcass Characteristics, Pork Quality and Pork Palatability**

Motohiro FURUYA<sup>1\*</sup>, Misa OTOGURO<sup>2</sup>, Ai EGUSA (SAIGA)<sup>3</sup>,  
Fujitoshi YANAGITA<sup>2</sup> and Kazuhito KIKUSHIMA<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Yamanashi Livestock and Dairy Technology Center, 963-1 Ootoguro, Chuo, Yamanashi, 409-3812, Japan.

<sup>2</sup>The Institute of Enology and Viticulture, University of Yamanashi, 1-13-1 Kitashin, Kofu, Yamanashi, 400-0005, Japan.

<sup>3</sup>Nippon Veterinary and Life Science University, 1-7-1 Kyonan, Musashino, Tokyo, 180-8602, Japan.

<sup>1\*</sup>Present address; Yamanashi Tobu Livestock Hygiene Service Center, 1000-1 Karakashiwa,  
Fuefuki, Yamanashi, 406-0034, Japan.

<sup>1\*\*</sup>Present address; Yamanashi Seibu Livestock Hygiene Service Center, 3-5-24 Honcho,  
Nirasaki, Yamanashi, 407-0024, Japan.

We examined the effects of dried wine pomace-supplemented feed on the growth of fattening pigs, their carcass characteristics, pork quality and pork palatability. We conducted two experiments using the pomace of Koshu grape wine dried at a high temperature for a short period of time. Experiment 1: wine pomace was added to feed mixture at three ratios: 0% (control), 5% and 10%, with three fattening pigs assigned to each. This diet was continued for approximately two months, until body weight reached 110 kg. Growth, carcass characteristics, quality and palatability were evaluated. Experiment 2: two diet categories were set at two pig breeding facilities at a private pig farm, each with a capacity of 220 pigs: conventional diet (control) and 3% wine pomace-supplemented diet (test). This was fed to fattening pigs starting approximately two months before shipment to a meat processing plant. Growth, carcass characteristics, quality and palatability were evaluated. In Experiment 1, no differences were observed in the growth, carcass or pork quality, but in a sensory evaluation by 20 panelists, both the 5% and 10% categories were rated significantly higher than the control in both the umami and texture

\* Corresponding author (email: furuya-vtf@pref.yamanashi.lg.jp)

受付日：2022年3月11日

受理日：2023年2月22日

categories ( $P < 0.01$ ). In Experiment 2, a comparison of fattening pigs shipped within the period (178 control pigs, 127 test pigs) demonstrated that the test pigs' carcass grading was significantly higher ( $P < 0.01$ ). In conclusion, supplementing fattening pigs' diet with 5% or 10% wine pomace did not affect growth or pork quality, but improved pork palatability, and the addition of 3% wine pomace at the commercial stage improved carcass rating, indicating the effectiveness of using wine pomace in pork production.

**Keywords:** carcass grading, pork, texture, umami, wine pomace.

## 緒言

山梨県内にはワイナリーが92場（果実酒製造免許場104場のうちワイン製造場数，国税庁 2020）存在し，製造過程で生果実を除梗破碎処理し圧搾機で果汁を取得後の残さとして排出されるワイン圧搾粕は，県のブドウ醸造用仕向け量（農林水産省 2019）から年間およそ1,500～1,800 tに上ると推定される．食品リサイクル法（食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律）の施行によって国全体で食品廃棄物の減量化と再生利用が推進されるなか，これら大量のワイン圧搾粕は飼料や肥料として再利用される一部を除き，大半が廃棄処分となっているのが現状と思われる．

ワイン圧搾粕は形態的にはブドウ果皮と種子から構成され，多量的水分とそのなかには単糖類等炭水化物を一定量含む．またポリフェノールを始め，食物繊維，ビタミン類などを含む．特に種子等に含まれるプロアントシアニジン等を主要成分とするポリフェノール類やトコフェロール類（ビタミンE）の優れた抗酸化作用（Falchiら 2006，二木 1988，津志田 2003）は以前から注目されており，ワイン圧搾粕は肥育豚への利用でも有用な効果が期待できる．さらにワインと豚肉を結び付けた販売戦略等の展開によって消費者の購買意欲を高め，本県の農業・畜産業の活性化につなげることができる．

現在，ワイン圧搾粕の飼料化の事例は少ない．肥育豚を使って行われたこれまでの研究では，ワイン圧搾粕調製物を飼料に10%添加することにより豚の発育に影響を及ぼすことなく，豚肉の抗酸化性を向上させることや肉の弾力性や硬さの指標となる破断力価を低下させるとの報告（小平ら 2007，甲斐ら 2008）はあるものの，豚肉の食味性に及ぼす影響まで詳細に調べた報告や，実用規模に適用したデー

タはほとんどない．

そこで本研究では，ワイン粕の有効活用と特徴的な豚肉生産の一助とするため，ワイン粕添加飼料の肥育豚への給与が発育，枝肉性状，肉質および食味性に及ぼす影響について，飼育試験および官能評価による調査（実験Ⅰ）を行った．さらに発育等に影響がないことを確認したうえで，民間養豚場での実用規模におけるワイン粕給与の有効性について調査（実験Ⅱ）を行ったので報告する．

## 材料および方法

### 1. 供試ワイン粕

原料のワイン圧搾粕は県内のワイナリーから排出された「甲州種ブドウ」を主体（赤ワイン由来物が約1割混入）とするもので，バンカーサイロで半年間密閉保存した後，ドラムドライヤー（株式会社共立製，縦型間接加熱乾燥装置；Photo.1）を用い，高温・短時間（130℃，1時間）で加熱乾燥したもの（以下，ワイン粕という）を用いた．ワイン粕の一般成分は十勝農業協同組合連合会農産化学研究所に委託



**Photo. 1** Equipment used in drying wine pomace. Indirect Heating Type Vertical Dryer, manufactured by Kyoritsu, Inc. (capacity: 3m<sup>3</sup>).

写真1. ワイン粕の乾燥に用いた装置．株式会社共立製，縦型間接加熱乾燥機（容量3m<sup>3</sup>）

し、水分、CP、粗脂肪、可溶無窒素物、粗繊維、灰分を求めた。抗酸化成分として総ポリフェノールおよび $\alpha$ -トコフェロールについては後述の実験Ⅰの分析方法に準じて求めた。また、ワイン粕中ブドウ種子の豚の消化性を確認するための予備試験で、種子数既知の飼料を給与した豚の排せつ物中種子残存率が0.5%と低かったことから、種子は未粉碎のまま与えても消化に問題はなかった。さらに民間養豚場での実験では飼料タンクや自動給餌機の使用が想定されるため、当センター内の同式装置に投入して詰まり等の支障がないことを確認後、実験に供した。

## 2. 実験Ⅰ

### (1) 実験区分

基礎飼料には指定配合の肥育後期用飼料（指定成分：TDN75.3，CP14.5，主原料：トウモロコシ39.8%，マイロ21%，大麦20%，清水港飼料株式会社）を用い、ワイン粕を3水準（0%区、5%区、10%区）で上乗せ添加し供試飼料とした。

供試豚は大きさの揃った同時期生まれのフジザクラDB種の去勢9頭を用いた。スノコ式豚房（6.5m<sup>2</sup>）3豚房に3頭ずつ配置し、給与期間は概ね4～6カ月齢（開始体重70 kg時から終了時体重110 kg）までとした。体重は豚衡機（畜産用秤）を用い、期間中の開始時と終了時を含み毎週測定した。飼料は期間を通じて自由摂食とし、110 kg到達時点でと畜、解体調査を行った。

### (2) 調査項目および評価手法

#### a. 発育、枝肉性状

発育性は生時からの肥育日数、一日平均増体量（DG）を調査した。枝肉性状は「改正肉豚審査標準」（社団法人日本種豚登録協会 1976）に基づき、と畜した当日の温屠体について食肉処理場内で枝肉歩留、と体長、背腰長Ⅰ・Ⅱ、と体幅、皮下脂肪厚、格付等級を調査した。格付等級は格付審査員の判定結果を基に「上物4、中物3、並2、等外1点」の4点式に換算し比較した。

#### b. 肉質（理化学性状）

豚肉の理化学性状は「豚肉の肉質改善に関する研究実施要領」（農林水産省 1971）に従い、と畜後にと場冷蔵庫内で一晩冷却した冷屠体から切り出し

た胸最長筋（ロース部位）における水分、粗脂肪、pH、加熱損失、保水性、伸展率、ドリップロスおよび内層脂肪融点を測定した。また、胸最長筋を湯煎（70℃、30分）し筋繊維に平行に1 cm厚に成形した肉の破断力価および針入度をレオメーター（株式会社サン科学製、CR-200D）で、色味については未加熱の胸最長筋切断面の肉色と胸最長筋の周囲を覆う内層脂肪切断面の脂肪色を色彩計（日本電色工業株式会社製、NR-12A）を用い測定した。

胸最長筋およびワイン粕中の総ポリフェノールは試料を乾燥重量で4～8%となるよう50%エタノール溶液にて調整し、60℃で一昼夜振とう抽出した抽出液をペルオキシダーゼ・過酸化水素センサー法によるポリフェノール測定装置（東洋紡エンジニアリング株式会社製、PA20）を用い測定した。測定値からポリフェノール類の量をカテキン量に換算して求めた。 $\alpha$ -トコフェロール含量は試料からヘキサン・酢酸エチル混液により不けん化物を抽出し、有機溶媒層を蒸発乾固後にヘキサンを加えた溶解物を高速液体クロマトグラフ法（氏家ら 1991）により定量した。また、と畜後冷蔵保存7日経過時のTBA価を脂質過酸化測定キット（フナコシ株式会社製、Lipid Peroxidation Assay Kit）を用い比色により値を求めた。

#### c. 官能評価

官能評価は識別テストに合格し訓練を受けた20人（一般消費者10～70代）をパネルとして実施した。官能評価用サンプルはと畜翌日の枝肉から切り出し3℃で7日間冷蔵した後-20℃で冷凍、評価前日に3℃で一昼夜解凍したブロック肉を用い、胸最長筋をスライサーを用いて概ね縦3 cm×横3 cm×厚4 mmに成形した。成形したサンプルは「食肉の官能評価ガイドライン」（財団法人日本食肉消費総合センター、独立行政法人家畜改良センター 2005）に従い、1.5%食塩水に10分間浸し、ホットプレート上170℃で表面25秒、裏面20秒加熱調理し、パネル毎1試食につき2区分（2枚）の肉を皿に一對に並べて提供し、食した際の感覚差を評価させた。評価は「うま味、果実香、なめらかさ、やわらかさ、ジューシーさ」の5項目とし、評点は「-4（非常に弱い／少ない）、-3（はっきり弱い／少ない）、-2（普通に弱い／少ない）、-1（わずかに弱い／少ない）、0



(差がない), 1 (わずかに強い/多い), 2 (普通に強い/多い), 3 (はっきり強い/多い), 4 (非常に強い/多い)」の9点系とし, 食す順番を考慮した一対比較法により実施した。先に食したサンプルの味覚について, 後に食したサンプルを基準として相対評価値を算出し, その相対評価値の全パネリスト総和を検査回数で除した値「相対評価値の総和÷(比較肉の組合せ6通り×パネリスト20人)」を平均評価値として比較に用いた。

### 3. 実験Ⅱ

基礎調査的な実験Ⅰに次いで, 今後のワイン粕普及を前提に農家フィールドにおける効果発現性を確認する目的で, 民間養豚場の協力によって実際の生産現場に即した施設・飼料・頭数規模で実施した。

#### (1) 実験区分

基礎飼料には市販の肥育後期用飼料(表示成分: TDN76.5以上, CP13.5以上, 主原料;トウモロコシ, マイロ, 小麦等穀類81%, 清水港飼料株式会社)を用い, ワイン粕を無添加(対照区), 3%上乗せ添加(試験区)の2種類を供試飼料とした。これを民間養豚場の収容能力約220頭規模の肥育豚舎2棟に適用した。なお, 試験区のワイン粕添加率は, 実際に実験用に調達できたワイン粕量と想定供試豚数から3%に決定した。

供試豚は4~6カ月齢のコマーシャル豚(LW×フジザクラDB種)の去勢および雌305頭を用いた。2棟の肥育豚舎(平床豚房, 各150m<sup>2</sup>)に出生時期に近い兄弟単位数が概ね同程度となるよう, 対照区178頭, 試験区127頭に振り分け配置した。豚の闘争を抑えるための養豚場の振り分けに従ったため, 一腹で生まれた兄弟数の違いから区間の頭数に差が生じた。給与期間は2カ月間, 自由摂食とし, 養豚場の慣行に従い105~110kg時点で食肉処理場に出荷した。

#### (2) 調査項目および評価手法

##### a. 発育, 枝肉性状

全出荷豚305頭の発育性(生時からの肥育日数)と, 群から無作為に抽出した24頭の枝肉性状(と体長, 背腰長Ⅰ・Ⅱ, と体幅, 皮下脂肪厚, 格付等級,

各等級割合, 上物+中物率, 格落ち理由に占める脂肪付着過多の割合)を調査した。各項目の測定手法は実験Ⅰと同様に実施した。

##### b. 肉質(理化学性状)

枝肉性状を調査した24頭のうち無作為に抽出した8頭の豚肉について, 実験Ⅰと同項目(抗酸化成分を除く)の理化学性状値を求めた。各項目の測定手法は実験Ⅰと同様に実施した。

### 4. 統計処理

両実験において, 発育, 枝肉, 肉質理化学性状値の各項目について平均値の差を一元配置分散分析後, 有意差が認められた場合はTukeyのHSD検定を行った。官能評価についてはScheffé浦変法(浦1959)に従い, 個別の評価値表から全員の評価値集計表を作成し, 多元配置分散分析後, 主効果(ワイン粕)に有意差が見られればYardstick(Y)を基準に信頼区間を求めた。理化学性状値と官能評価値の相関については, 各パネリストの評点平均値と理化学性状値間の相関係数を算出し食味性に影響を与える主たる因子を特定した。計算ソフトには統計ソフトR(R Development Core Team 2005)およびMicrosoft Excel(日本マイクロソフト株式会社製)を用いた。

### 結果および考察

ワイン粕の一般成分は水分11.5%, CP8.0%, 粗脂肪4.0%, 可溶無窒素物28.1%, 粗繊維42.4%, 灰分6.0%であった。また, 抗酸化成分は乾燥前⇒乾燥後の分析値で, 総ポリフェノール7,140⇒7,080ppm(残存率99.1%),  $\alpha$ -トコフェロール14.9⇒10.7ppm(残存率71.4%)であった。水分が低く, 種子未粉碎のためシードオイルによる湿潤もないことから保存性やハンドリングに優れると思われ, 今後の普及性が期待できるものであった。抗酸化成分について, 竹之山ら(2008)の報告によれば, 乾燥処理方法が高温・短時間なものほど残存率が高く, ドラムドライヤー130℃, 15分ではポリフェノールが75%,  $\alpha$ -トコフェロールが94%残存したとしている。本実験の乾燥条件でのワイン粕中の抗酸化成分はポリフェノールの方が残存率は高く, 乾燥処理する前の保存状態, 加熱時間や原料ワイン压榨粕の違いによる差

と思われた。

Table1に実験Iにおける発育、枝肉性状および肉の理化学性状値を示した。肥育期間は10%区が対照区に比べ短く、また胸最長筋における破断力価は5および10%区が対照区に比べ低く（やわらかく）なる傾向が見られたものの、いずれも有意な差は認め

られず、ワイン粕の添加の影響は少なくとも10%添加まではないと考えられた。今回小規模かつ精密に実施するため供試豚を厳しく選択したことから、n=3比較で例数の少ない解析となったが、ワイン粕を飼料に対して5または10%量を添加しても、豚の発育、枝肉性状、肉質に影響がなく、ワイン粕の添加

**Table 1** The growth, carcass characteristics and pork physicochemical properties of fattening pigs fed wine pomace (Experiment I; Dried wine pomace feeding test for fattening pigs).

表1. ワイン粕を給与した肥育豚の発育、枝肉性状および肉の理化学性状値（実験I）

	0% <sup>a</sup>		5% <sup>a</sup>		10% <sup>a</sup>	
	Mean	(SD) <sup>b</sup>	Mean	(SD) <sup>b</sup>	Mean	(SD) <sup>b</sup>
Growth	(n=3)		(n=3)		(n=3)	
Days to market (day)	189.3	(6.0)	191.0	(10.1)	182.0	(12.1)
Dairy gain (g/head/day)	880	(138)	851	(76)	999	(155)
Carcass characteristics	(n=3)		(n=3)		(n=3)	
Carcass yield (%)	66.5	(1.7)	66.1	(0.9)	66.1	(1.4)
Carcass length (cm)	93.3	(2.5)	91.0	(1.0)	91.2	(0.6)
Loin length I (cm)	78.2	(2.0)	76.5	(1.0)	75.8	(1.8)
Loin length II (cm)	69.7	(2.2)	66.7	(0.6)	68.0	(2.0)
Carcass width (cm)	32.7	(1.2)	33.2	(0.6)	33.2	(0.6)
Backfat thickness (mm)	25.7	(2.5)	28.3	(3.8)	28.0	(6.2)
Carcass grading (Score rank <sup>c</sup> )	3.00	(0.82)	2.33	(0.47)	2.67	(0.94)
Physicochemical characteristics	(n=3)		(n=3)		(n=3)	
Longissimus thoracis						
Moisture (%)	73.9	(1.0)	73.4	(0.9)	73.7	(1.3)
Ether extracts (%)	3.1	(0.4)	3.6	(1.2)	2.7	(1.5)
pH	5.9	(0.1)	6.0	(0.1)	6.0	(0.1)
Heating loss (%)	24.3	(1.1)	24.8	(2.2)	25.0	(0.9)
Water holding capacity (%)	83.5	(1.8)	83.0	(5.6)	82.3	(2.1)
Spreadability (%)	28.8	(1.5)	29.2	(2.8)	29.4	(1.4)
Firmness (g)	699.2	(102.9)	669.3	(205.0)	606.0	(25.8)
Penetration depth (mm)	11.6	(1.0)	11.1	(2.2)	10.4	(1.0)
Drip loss (%)	1.63	(0.47)	2.22	(0.96)	1.10	(0.05)
Color value (just after cutting)						
L <sup>*</sup>	46.2	(1.9)	45.9	(5.6)	47.5	(0.3)
a <sup>*</sup>	13.4	(2.4)	10.8	(2.2)	11.4	(0.4)
b <sup>*</sup>	10.1	(1.2)	9.7	(1.2)	10.0	(0.5)
Total polyphenols (ppm)	530	(61)	537	(25)	527	(21)
α-tocopherol (ppm)	0.20	(0.00)	0.20	(0.00)	0.17	(0.06)
Thiobarbituric acid value (nmol/g) <sup>d</sup>	2.95	(0.42)	2.78	(0.04)	2.84	(0.24)
Inner layer of back fat						
Melting point (°C)	39.1	(2.5)	37.3	(2.0)	37.9	(4.8)
Color value (just after cutting)						
L <sup>*</sup>	78.9	(0.1)	77.8	(1.2)	78.3	(1.2)
a <sup>*</sup>	4.5	(0.6)	3.9	(0.5)	4.0	(0.2)
b <sup>*</sup>	6.4	(0.7)	5.8	(0.1)	6.2	(1.1)

<sup>a</sup>(%) : Additive rate of dried wine pomace.

<sup>b</sup>Standard deviation.

<sup>c</sup>Convert score to number, 'JŌ':4, 'CHŪ':3, 'NAMI':2, 'TŌGAI':1

<sup>d</sup>TBA value was measured after 7 days of slaughter.

が無添加の成績と比べて遜色がないとする報告 (小平ら 2007) を追認する結果となった。なお、開始時から終了時の平均体重はそれぞれ、0%区:70.5 ± 4.3 kg ⇒ 113.1 ± 5.1 kg, 5%区:68.9 ± 4.8 kg ⇒ 111.9 ± 2.4 kg, 10%区:70.3 ± 5.7 kg ⇒ 110.7 ± 3.3 kgで、生まれ日と開始時体重で揃えた供試豚はいずれの個体も出荷まで通常の発育を示した。

Fig.1に官能評価項目の平均評価値の比較を示した。「うま味 (Umami (Taste))」および「なめらかさ (Texture)」について、0%区に比べ5%区および10%区の平均評価値は高く、0%区と5%区および10%区の間で主効果 (ワイン粕) に有意差 ( $P < 0.01$ ) が見られ、交互作用が検出されなかったことから、ワイン粕添加により有意に評価値が高まった。一方、「果実香 (Fruit incense), やわらかさ (Tenderness),

ジューシーさ (Juiciness)」についても同様に主効果に有意差 ( $P < 0.01$ ) が見られたが、主効果とパネルの交互作用が検出された。

食味感覚に関与する肉質性状を把握するため、官能評価値と理化学性状値の相関を調べたところ、官能評価全項目「うま味, 果実香, なめらかさ, やわらかさ, ジューシーさ」と理化学性状値「加熱損失, 伸展率, pH」との間で高い正の相関0.913~0.999 ( $P < 0.01$ ) が、「ドロップロス」との間で高い負の相関-0.949~-0.998 ( $P < 0.01$ ) が見られた。また、「うま味」と「保水性」間で高い負の相関-0.927 ( $P < 0.01$ ) が、「果実香, ジューシーさ」と「破断力価, 脂肪融点」との間で高い負の相関-0.942~-0.998 ( $P < 0.01$ ) が、「なめらかさ, やわらかさ」と「脂肪融点」間で高い負の相関-0.901~-0.905 ( $P < 0.01$ )

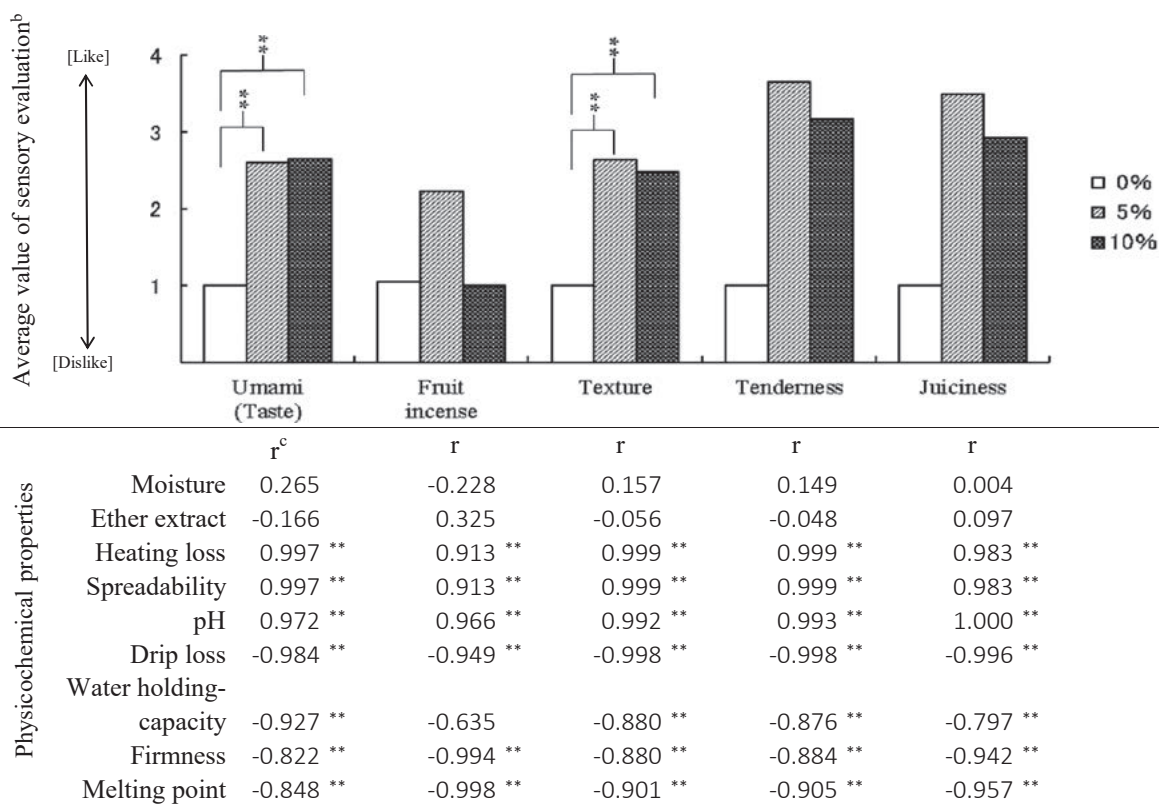


Fig. 1 Comparison of the average values of each sensory evaluation category (umami (taste), fruit incense, texture, tenderness, juiciness) and correlation with physicochemical properties.

<sup>a</sup>( ) % : Additive rate of dried wine pomace.

<sup>b</sup>Comparison by converting the minimum value to "1".

<sup>c</sup>r : Correlation coefficient

Significant difference: \*\* $P < 0.01$

図1. 各官能評価項目 (うま味, 果実香, 滑らかさ, やわらかさ, ジューシーさ) の平均評価値の比較および理化学性状値との相関



が見られた。一方、「水分、脂肪含量」と官能評価項目間にはいずれも相関は見られなかった。これらの相関関係は、理化学的に「加熱損失が多く、伸展率およびpHが高く」、「ドリップロスが低い」方が官能的に「うま味、果実香、なめらかさ、やわらかさ、ジューシーさ」の評価値が向上し、さらに、理化学的に「保水性が低い」方が「うま味」の評価値が向上、「破断力価、脂肪融点が低い」方が「果実香、ジューシーさ」の評価値が向上、「脂肪融点が低い」方が「なめらかさ、やわらかさ」の評価値が向上することを示唆している。これらのことは統計的に有意差の認められなかった3個体による理化学性状値比較と、3個体に有意差が認められたパネリスト20人による官能比較の関連付けとなり一見矛盾する。これは機材を使った測定値とヒトを使った官能値では感度の違いが考えられ、また今回調査した理化学性状項目以外に食味に影響を及ぼす様々な性状（脂肪酸組成、香気成分等）があることも要因と考えられる。三橋ら（1986）は黒毛和種牛肉を使った一般消費者7人による実験で一部胸最長筋の多汁性と破断力価で有意な関係が認められたものの食味性評価と理化学的特性は認められず、単一の理化学的特性を用いての胸最長筋の食味の予測は困難であり、一方一般消費者4人による他の部分肉の評価では食味性と理化学特性の関係、特に水分、粗脂肪含量、加熱損失、破断力価は食味性4項目（やわらかさ、多汁性、風味、総合評価）との間に有意な相関関係が認められたとしている。加熱損失と破断力価の食味性との相関関係は本報と傾向が合致するが、一般消費者には胸最長筋の理化学的特性に合致した食味性判断は難しかったとも述べている。家畜種が違うことから傾向を同一視できないが、豚肉においても胸最長筋以外の部分肉までを調査対象とすることで評価の精度を高められた可能性がある。しかしながら、五味識別テストに合格し一定基準以上の感度を有する分析型パネリスト20人から得た今回の解析結果は、少なくとも豚肉の食味改善に向けた指標的データにできるのではないかと考える。

また、理化学性状分析はと畜直後（翌日）、官能検査は7日間冷蔵保存後という保存条件の違いを考慮すると、「保水性が低い方がうま味が強い」といった一見相反する項目間の相関は、と畜後の経過

時間、直後と7日後という違いが要因であると推察される。豚肉はと畜後約12時間で最大硬直期に達し保水性は最低となるが、その後冷蔵保存で熟成すると解硬によって保水力は回復し、5日間冷蔵保存した豚肉はと畜直後のものに比べ肉様の味が強まるとの報告（沖谷ら 1992）があり、本実験において、保水性が低いとされた区でも7日後の肉はうま味が強かった可能性がある。「pHが高い方がうま味が強い」の相関については、pHはと畜後低下し最大硬直期に5.6付近となり、熟成中はpH変化せず、さらにpHは中性側で遊離アミノ酸生成が認められる（沖谷ら 1992）とされていることから、熟成に入る初期段階でのpH値が熟成後までほぼ変わらず、初期pHが高かった区の豚肉の方がうま味が強かったと推察された。「加熱損失とジューシーさの正の相関」については本実験結果からは明らかにできなかった。

Table2に実験Ⅱにおける肥育豚の発育、枝肉性状、格付等級割合および肉の理化学性状値を示した。豚の生時から出荷までに要した平均肥育日数は対照区184.2日、試験区182.4日となり、試験区が対照区に比べ1.8日短い程度で、有意な差はなく、肥育日数の短縮効果はほとんどなかった。枝肉の背脂肪厚は対照区24.7 mm、試験区21.0 mmとなり、有意な差ではなかった。枝肉格付等級ごとの全頭に占める割合を比較すると、上物率は対照区27.5%に比べて試験区45.7%と高く、上物+中物率は対照区56.7%に対して試験区78.7%と高くなった。各等級を点数化すると、対照区2.77点に対し試験区3.21点となり試験区が有意（ $P < 0.01$ ）に高い結果となった。枝肉格付の等級判定では上物の背脂肪厚の範囲は13~24mm以下であり、この範囲を外れると等級が下がる、いわゆる格落ちとなる。脂肪厚を格落ち理由とする比率は対照区28.7%、試験区22.1%であったことから、試験区は背脂肪厚が適正範囲に収まる個体が多かったことが好成績の要因と考えられた。これは、市販飼料に製茶加工残さ等のポリフェノール類を含む資材を混合給与することで肥育豚の背脂肪が有意に薄くなるとする報告（坂井ら 2007, 脇屋ら 2012）に傾向が一致し、本報のワイン粕についても飼料添加によって脂肪付着を抑制する働きを有する可能性が窺えた。県内の豚枝肉格付における格落ち理由の53%は脂肪付着過多を要因（公益社団法人日本食肉格付

**Table 2** The growth, carcass characteristics, grading percentages and pork physicochemical properties of fattening pigs fed wine pomace (Experiment 2; Performance test in a private pig farm).

表2. ワイン粕を給与した肥育豚の発育, 枝肉性状, 格付等級割合および肉の理化学性状値 (実験II)

	Control <sup>a</sup>		Test <sup>a</sup>	
	Mean	(SD <sup>b</sup> )	Mean	(SD <sup>b</sup> )
Growth	(n=178)		(n=127)	
Days to market (day)	184.2	(7.4)	182.4	(10.6)
Carcass characteristics 1	(n=178)		(n=127)	
Backfat thickness (mm)	24.7	(5.8)	21.0	(6.0)
Percentage of carcass grading				
JŌ (1st class) (%)	27.5		45.7	
CHŪ (2nd class) (%)	29.2		33.1	
NAMI (3rd class) (%)	36.0		18.1	
TŌGAI (4th class) (%)	7.3		3.1	
JŌ + CHŪ	56.7		78.7	
Carcass grading (Score rank <sup>c</sup> )	2.77	(0.94) **	3.21	(0.85) **
Percentage of reasons for down-grade in all survey pigs				
Excessive backfat thickness (%)	28.7		22.1	
Carcass characteristics 2	(n=12)		(n=12)	
Carcass length (cm)	92.5	(3.1)	93.0	(2.9)
Loin length I (cm)	77.8	(3.0)	78.5	(2.4)
Loin length II (cm)	70.1	(2.7)	70.4	(2.1)
Carcass width (cm)	32.3	(0.9)	32.6	(1.4)
Physicochemical characteristics	(n=4)		(n=4)	
Longissimus thoracis				
Moisture (%)	73.3	(0.9)	72.5	(1.9)
Ether extracts (%)	3.9	(1.3)	5.3	(2.2)
pH	5.9	(0.1)	5.8	(0.1)
Heating loss (%)	23.0	(1.4)	23.1	(1.3)
Water holding capacity (%)	88.2	(1.1)	83.2	(4.6)
Spreadability (%)	33.0	(0.4)	31.4	(2.4)
Firmness (g)	621.4	(113.8)	565.6	(54.4)
Penetration depth (mm)	7.8	(0.4)	8.4	(2.0)
Drip loss (%)	0.70	(0.51)	1.64	(0.84)
Color value (just after cutting)				
L*	43.1	(4.0)	46.1	(3.3)
a*	15.2	(3.1)	15.9	(1.8)
b*	9.8	(1.7)	11.0	(0.8)
Inner layer of back fat				
Melting point (°C)	38.6	(3.6)	36.3	(1.0)
Color value (just after cutting)				
L*	71.0	(2.7)	71.2	(0.8)
a*	6.3	(1.6)	4.8	(1.5)
b*	7.1	(0.5) *	6.2	(0.6) *

<sup>a</sup>Test groups: Conventional diet (control) and 3% dried wine pomace-supplemented diet (test).<sup>b</sup>Standard deviation<sup>c</sup>Convert score to number, 'JŌ':4, 'CHŪ':3, 'NAMI':2, 'TŌGAI':1Significant difference: \*\* $P < 0.01$ , \* $P < 0.05$



協会山梨事業所 2019)とし、格落ちによる枝肉単価低下によって県内出荷肉豚全体として年間42~45百万円もの大きな収益損失となっており、養豚生産者にとっては脂肪付着を減らすことが命題である。実証規模レベルで実施した本実験において、ワイン粕の飼料添加によって脂肪付着が抑制され、結果として格付等級が優れるなど添加率3%でも十分な効果が確認され、ワイン粕は養豚における利用で有益に作用することが示された。と体長等の枝肉の形状に差はなかった。豚肉の理化学性状値では、胸最長筋中の脂肪含量が対照区の3.9%に比べ試験区は5.3%と高かったが有意な差ではなかった。また肉の保水性、破断力価は試験区が低く、実験Iと同傾向であった。色差では胸最長筋では区間に差はなく、内層脂肪は試験区の $b^*$ 値(黄色度)が有意( $P < 0.05$ )に低い結果となったがその要因については不明である。 $a^*$ 値(赤色度)は試験区の方が低く、有意な差はなかった。ブドウに含まれるアントシアニン色素によって試験区で高まると想定したが、色素は代謝や分解によって蓄積されなかったものと思われた。

実験IとIIを通して注視すべきは、ともにワイン粕添加によって豚肉の破断力価が低下し、脂肪融点が低下する傾向が見られている点である。Judgeら1960, Henryら1963, Skelleryら1973, 設楽ら1985がパネリストにとって最も好ましい肉はやわらかい肉と考えられると報告している。本報では官能評価での「やわらかさ(Tenderness)」は交互作用の検出によって明確な効果は認められなかったがやわらかくなる傾向が見られており、感覚的に口溶けややわらかさに通じる「うま味(Umami (Taste))、なめらかさ(Texture)」は有意に向上し、脂肪融点の低さが貢献していると考えられた。

以上のことから、豚の肥育後期用飼料にワイン粕を少なくとも5%添加しDB種肥育豚に給与することで、発育、枝肉や肉質に遜色なく、豚肉の食味性「うま味、なめらかさ」が向上することが示された。さらに、コマーシャル豚(LWDB種肥育豚)においては3%の添加給与で生産性、品質を落とすことなく枝肉格付等級が向上し、養豚におけるワイン粕利用の有効性を示す結果となった。

## 要 約

乾燥ワイン粕添加飼料の給与が、肥育豚の発育、枝肉性状、肉質および食味性に及ぼす影響を調べた。甲州種ブドウを主原料とするワインの搾り粕を乾燥機で高温・短時間処理したもの(以下、ワイン粕)を用い、次の2実験を行った。①実験I:配合飼料にワイン粕を0%(対照)、5%、10%添加区の3区分を設定し、肥育豚を各区3頭ずつ配置した。概ね体重110kg到達までの約2カ月間給与し、発育、枝肉性状、肉質および食味性について評価を行った。②実験II:民間養豚場の約220頭収容規模の肥育豚舎2棟を使い、慣行配合飼料(対照区)とワイン粕3%添加飼料(試験区)の2区分を設定した。食肉処理場へ出荷するまでの約2カ月間肥育豚に給与し、発育、枝肉性状および肉質を比較した。その結果、実験Iでは発育、枝肉や肉質に差は認められなかったが、パネリスト20人で実施した官能評価では、5および10%区が評価項目のうち「うま味、なめらかさ」が対照区に比べ有意( $P < 0.01$ )に優れた。実験IIでは期間中に出荷した肥育豚(対照区178頭、試験区127頭)の比較において、試験区の枝肉格付等級が有意( $P < 0.01$ )に高まった。以上から、ワイン粕を肥育豚に5%飼料添加給与することで発育や肉質に影響することなく肉の食味性が向上し、コマーシャル段階における3%添加では枝肉格付等級の向上が確認され、豚肉生産におけるワイン粕利用の有効性を示す結果となった。

## 謝 辞

本研究の実施にあたり、ワイン粕の収集、乾燥調製等にご協力くださった有限会社小林牧場の小林輝男様、株式会社共立の上野賢美様、共立工業株式会社の上野廣彬様をはじめ社員の皆様、財団法人やまなし産業支援機構の広瀬典仁様、山梨県養豚協会の條々和実様、山梨県産業技術支援センター(旧工業技術センター)酒類・バイオ科の長沼孝多様、ワイン粕の取扱全般、豚肉の理化学分析や官能評価解析等にご協力くださった山梨大学ワイン科学研究センター発酵微生物工学研究部門、日本獣医生命科学大学応用生命科学部食品科学食品機能化学教室および山梨県環境科学研究所地域環境政策研究部環境資源学の皆様、豚の飼養管理全般にご協力くださった山

梨県畜産酪農技術センター（旧畜産試験場）養豚科の保坂和彦主任技能員をはじめ科員の皆様、また官能評価にご協力くださったパネリストの皆様全員に感謝します。

## 参考文献

- Falchi, M., A. Bertelli, R.L. Scalzo, M. Morassut, R. Morelli, D. Samarjit, J. Cui and D.K. Das. 2006. Comparison of cardioprotective abilities between the flesh and skin of grapes, *J. Agric. Food Chem* 54: 6613–6622.
- Henry, W.E., L.J. Brat 21 er and R.W.Luecke. 1963. *J.Anim. Sci* 22: 613–616.
- Judge, M.D., U.R. Cahill, L.E. Kunkel and F.E. Deatherage. 1960. *J.Anim.Sci* 19: 145–149.
- 甲斐敬康, 松葉賢次, 岡田直子, 六車三治男, 後藤史明, 竹之山慎一, 村上 斉, 今林寛和, 瀬川幸三郎. 2008. ワイン粕給与が肥育豚の発育と肉質特性に及ぼす影響(第1報). 宮崎県畜産試験場試験研究報告 21 : 75–77.
- 小平貴都子, 入江正和, 堀之内正次郎, 岩切正芳, 竹之山慎一, 六車三治男, 高橋俊浩, 森田哲夫, 松葉賢次, 甲斐敬康. 2007. ワイン粕給与が肥育豚の発育と枝肉・肉質特性に及ぼす影響. 日本養豚学会誌 44 (3) : 127–135.
- 国税庁課税部酒税課. 2020. 酒類製造業及び酒類卸売業の概況(令和3年調査分).
- 公益社団法人日本食肉格付協会山梨事業所. 2019. 豚枝肉性別・重量・品質調査集計.
- 三橋忠由, 山下良弘, 三津本充. 1986. 黒毛和種牛肉の理化学的特性と食味性との関係. 農林水産省中国農業試験場報告(畜産部) B 29 : 43–50.
- 二木鋭雄. 1988. ビタミン 62 : 601.
- 農林水産省大臣官房統計部. 2019. 令和元年産特産果樹生産動態等調査.
- 農林水産省畜産試験場加工第2研究室. 1971. 豚肉の肉質改善に関する研究実施要領.
- 沖谷明紘, 松石昌典, 西村敏英. 1992. 食肉のおいしさと熟成. 調理科学会誌 25 (4) : 314–326.
- R Development Core Team. 2005. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- 坂井隆宏, 安田みどり, 武富和美, 大曲秀明, 河原弘文, 宮崎秀雄, 式町秀明. 2007. 製茶加工残さ給与が肥育豚の枝肉および肉質に与える効果. 西日畜会報 50 : 63–69.
- 社団法人日本種豚登録協会. 1976. 屠体審査要領: 改正肉豚審査標準.
- 設楽 修, 秦谷 豊, 山口和光. 1985. 高品質豚肉生産技術に関する研究(第1報) 穀類の種類が肉質におよぼす影響. 兵庫県畜産試験場研究報告 22 : 61–75.
- Skellery, G.C., D.L. Handlin and T.E. Bonette:1973, *J.Anim. Sci.*, 36, 488–492.
- 竹之山慎一, 甲斐敬康, 松葉賢次, 後藤史明, 河原 聡, 六車三治男. 2008. ワイン粕給与が肥育豚の発育, 産肉性および肉質・栄養特性に及ぼす影響. 食肉の科学 49 (1) : 137–141.
- 津志田藤二郎. 2003. 光琳選書5 食品と劣化 : 29–40.
- 氏家 隆, 武山哲茂, 近藤あゆみ, 廣江玲子, 森 光昭. 1991. ビタミン 65 (8) : 393–397.
- 浦 昭二. 1959. 一対比較実験の解析. 品質管理 10(2) : 78–80.
- 脇屋裕一郎, 大曲秀明, 山口妃鶴, 河原弘文, 宮崎秀雄, 明石真幸, 永渕成樹, 松本光史. 2012a. 飼料用米, 大麦, 製茶加工残さの混合給与とその粉碎粒度が暑熱環境下の肥育豚の発育, 枝肉成績および肉質に及ぼす影響. 日豚会誌 49 : 1–13.
- 財団法人日本食肉消費総合センター, 独立行政法人家畜改良センター. 2005. 食肉の官能評価ガイドライン.