

## 醤油粕の給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響

上原 力・山下 洋治

### The effect that the feed which added a Soy sauce cake exerts on the growth and the pork quality in the swine.

Tsutomu UEHARA, Youji YAMASHITA

#### 要 約

県内醤油製造業者から排出された粉碎醤油粕（水分 30%、塩分 6.6%）を天日乾燥し、飼料原料として市販配合飼料に 15%、10%、5%、0% 添加配合した飼料を体重約 45kg から豚に給与した。

発育では、と殺時体重・日齢、1 日平均増体量において有意な差は認められなかったが、飼料要求率において対照区 3.29 に比べ醤油粕 15% 区 3.91、10% 区 3.53、5% 区 3.76 とすべての醤油粕区で高くなった。と体成績は、格付け、背脂肪厚、ロース断面積に優位な差はなかった。醤油粕給与による食塩中毒を示すような臨床症状はなく、血液検査での BUN、クレアチニン（Cre）、Na、K、Cl について各区に優位な差はなかった。血液検査からも食塩中毒を疑うような所見はなかった。

また、脳の病理検査においても、脳の外観、割面（右大脳半球の線条体、頭頂葉、側頭葉、間脳、中脳、右小脳半球）に異常は認めず、組織所見も対照区と比較して、差異は無く、食塩中毒でみられるような好酸球の浸潤や水腫のような病変も認められなかった。

理化学的肉質検査では、対照区と比べ、醤油粕添加により肉色は濃く、伸展率、圧搾肉汁率は高く、加熱損失は低くなった。脂肪融点は 15% 区・10% 区で低く、破断応力は 15% 区で高かった。背内層脂肪の脂肪酸組成では、醤油粕給与によりオレイン酸（C18:1）の割合が低く、リノール酸（C18:2）・リノレン酸（C18:3）の割合が高くなった。

総アミノ酸 16 種類について各区 1 検体分析した結果、15% 区は対照区と同等であったが、10% 区・5% 区はやや低かった。

官能検査では、ロース肉において、全般的に醤油粕 5% と 10% 区の評価が高く、ロースハムも全般的に醤油粕区の評価が高かった。

飼料コストは、前期飼料費＋後期飼料費＋醤油粕（20 円/kg）で試験期間中の摂取量から算出し、対照区と比較すると、醤油粕 5% ではやや高く、10% 以上では同程度であった。また、すべての醤油粕区の利益は同程度であったが対照区より約 200 円低かった。

このことから、醤油粕は原料が大豆であるため添加による脂肪融点の低下に注意する必要があるが、醤油粕添加により肉等の風味の向上が期待でき、自由飲水のもとでは脱塩処理しなくとも飼料の原料として利用可能であることが示唆された。

#### 結 言

乾燥醤油粕は、日本飼養標準・豚 2005 年版では TDN73.7%、CP24.2% とたんばく質に富んだ原料となっているが、塩分が 5～10% と高いため豚では利用が進んでいない。また、肥育豚への醤油粕給与事例はほとんどない。当场ではこれまで、塩分含量が約 5% と高い半生うどんを飼料原料としての利用性を確認し、農家ででの利用を求めてきた。今回、醤油粕の豚における飼料原料化と利用・普及を推進するため、肥育豚への給与試験を実施した。

## 材料及び方法

### 1. 供試飼料

県内醤油製造業者から排出された醤油粕は、粉碎されているが、表1に示したとおり水分が約30%あり、カビ・腐敗を防止するため、使用まで米の貯蔵庫（約15℃）で保管した。さらに保存性を高め、配合添加しやすくするため天日乾燥した。

基礎飼料は、子豚育成用（CP14.0%、TDN78.0%）と肥育後期用（CP15.7%、TDN78.0%）を用い、乾燥した醤油粕を試験区分に従い添加使用した。



天日乾燥の様子

表1 醤油粕成分

|    | エネルギー     | 水分     | たんぱく質  | 脂質     | 炭水化物   | 灰分     | 塩分     |
|----|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    | kcal/100g | g/100g | g/100g | g/100g | g/100g | g/100g | g/100g |
| 原物 | 299       | 30.2   | 19.2   | 10.2   | 32.6   | 7.8    | 6.59   |
| 乾物 | 428       | -      | 27.5   | 14.6   | 46.7   | 11.2   | 9.44   |

### 2. 試験区分

肥育豚への給与試験は、ランドレース種の去勢、雌を用い、群飼とし、平均体重約45kgから供試飼料を不断給与し、終了体重は110kgを目標とした。飼料は概ね70kgで切替した。水は自由飲水とした。試験期間は、H24.9～H24.12とし、体重測定は毎週一定曜日に実施した（表2）。

表2 試験区分

| 区分      | 供試豚     | 頭数（性別）   | 飼育形態 | 給与飼料           | 給与形態 |
|---------|---------|----------|------|----------------|------|
| 醤油粕15%区 | ランドレース種 | 4（♀2、♂2） | 群飼   | 醤油粕15%＋市販飼料85% | 不断給与 |
| 醤油粕10%区 | ランドレース種 | 4（♀2、♂2） | 群飼   | 醤油粕10%＋市販飼料90% | 不断給与 |
| 醤油粕5%区  | ランドレース種 | 4（♀2、♂2） | 群飼   | 醤油粕5%＋市販飼料95%  | 不断給与 |
| 対照区     | ランドレース種 | 4（♀1、♂3） | 群飼   | 市販飼料           | 不断給与 |

※市販飼料（子豚育成用）：CP14.0%、TDN78.0%（肥育後期用）：CP15.7%、TDN78.0%

※飼料は概ね70kgで切替

### 3. 検査項目

醤油粕の一般成分分析は、エネルギー、水分、たんぱく質、脂質、炭水化物、灰分、塩分について香川県産業技術センター食品研究所に依頼した。

発育成績（DG、飼料要求率、嗜好性、臨床症状、血液検査等）、と体成績（と体長Ⅱ、背脂肪厚、ロース断面積等）、理化学的肉質検査（肉色、脂肪色、加圧保水性、伸展率、水分、加熱損失、圧搾肉汁率、脂肪融点、破断応力等）、成分分析（一般成分、脂肪酸組成）、ロース肉の官能検査について実施した。

血液検査は、試験開始時と終了時に採血し、BUN、クレアチニン（Cre）、Na、K、Clについて富士ドライケムで測定した。

脳の病理学的検査は外観、割面（右大脳半球の線条体、頭頂葉、側頭葉、間脳、中脳、右小脳半球）について実施した。

理化学的肉質検査は、豚肉の肉質改善に関する研究実施要領<sup>1)</sup>に基づき胸最長筋（ロース）で実施した。肉色・脂肪色は色彩色差計（MINOLTA CR-300）、破断応力・破断歪率・破断エネルギーはレオメーター（山電 RE-3305）を使用した。

脂肪酸組成はメチルエステル化による処理後、ガスクロマトグラフ（島津製作所 GC-2014AFSC）で分析した。豚肉（ロース）のアミノ酸分析は、財団法人日本冷凍食品検査協会関西事業所に依頼した。

## 醤油粕の給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響

官能検査<sup>2)3)</sup>は、冷凍保存したロースブロック肉を0℃解凍後、ロース肉とロースハムで実施した。ロース肉は、脂肪を約1cm付けて1.5cm×1.5cm×5cmにカットし、塩を軽く振った後、全面をホットプレートで薄く焦げ目が付く程度に焼き、検査に供した。

ロースハムは、3mmにスライスし、ホットプレートで薄く焦げ目が付く程度に焼き、検査に供した。

「香り」、「味」、「軟らかさ」、「総合評価」について、区ごとに5段階（非常に悪い、やや悪い、どちらでもない、やや良い、非常によい）で評価した。

## 成績

### 1. 発育成績

発育では、と殺時体重・日齢、1日平均増体量（DG）に有意な差はなかった。飼料要求率は対照区3.29に比べ醤油粕15%区3.91、10%区3.53、5%区3.76と高くなった（表3）。

醤油粕給与による食塩中毒を示すような臨床症状はなかった。

表3 発育性

| 項目        | 醤油粕15%区       | 醤油粕10%区       | 醤油粕5%区        | 対照区           | p値 |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|----|
| 開始時体重(kg) | 45.4 ± 3.6    | 44.0 ± 6.3    | 43.3 ± 7.1    | 45.3 ± 4.1    |    |
| と殺時体重(kg) | 112.5 ± 2.9   | 113.8 ± 2.9   | 114.5 ± 4.0   | 114.8 ± 2.5   |    |
| と殺時日齢(日)  | 172.0 ± 9.2   | 170.3 ± 7.7   | 176.5 ± 6.6   | 167.8 ± 10.0  |    |
| DG(kg)    | 0.935 ± 0.114 | 0.992 ± 0.088 | 0.918 ± 0.034 | 1.027 ± 0.189 |    |
| 飼料摂取量(kg) | 1048.5        | 983.5         | 1072.5        | 914.8         | -  |
| （子豚育成）    | 280.0         | 260.0         | 280.0         | 280.0         | -  |
| （肥育後期）    | 768.5         | 723.5         | 792.5         | 634.8         | -  |
| 飼料要求率     | 3.91          | 3.53          | 3.76          | 3.29          | -  |
| （子豚育成）    | 2.86          | 2.64          | 2.80          | 2.55          | -  |
| （肥育後期）    | 4.51          | 4.01          | 4.28          | 3.78          | -  |

※:p<0.05, \*\*:p<0.01（対照区と比較）

### 2. と体調査成績

格付け、背脂肪厚、ロース断面積に優位な差はなかった（表4）。

表4 と体調査

| 項目                       | 醤油粕15%区     | 醤油粕10%区    | 醤油粕5%区     | 対照区        | p値    |
|--------------------------|-------------|------------|------------|------------|-------|
| 格付                       | 1.5 ± 0.6   | 1.8 ± 0.5  | 1.8 ± 0.5  | 1.8 ± 0.5  |       |
| と体長(cm)                  | 94.5 ± 1.0* | 95.3 ± 3.6 | 95.4 ± 2.5 | 96.8 ± 1.0 | 0.018 |
| 背腰長Ⅱ(cm)                 | 69.5 ± 2.4  | 69.6 ± 2.6 | 69.0 ± 1.9 | 71.1 ± 0.9 |       |
| 背脂肪(cm)                  | 2.0 ± 0.4   | 1.7 ± 0.6  | 2.0 ± 0.4  | 1.8 ± 0.2  |       |
| ロース断面積(cm <sup>2</sup> ) | 23.6 ± 4.0  | 25.1 ± 4.1 | 22.2 ± 1.3 | 22.1 ± 3.0 |       |

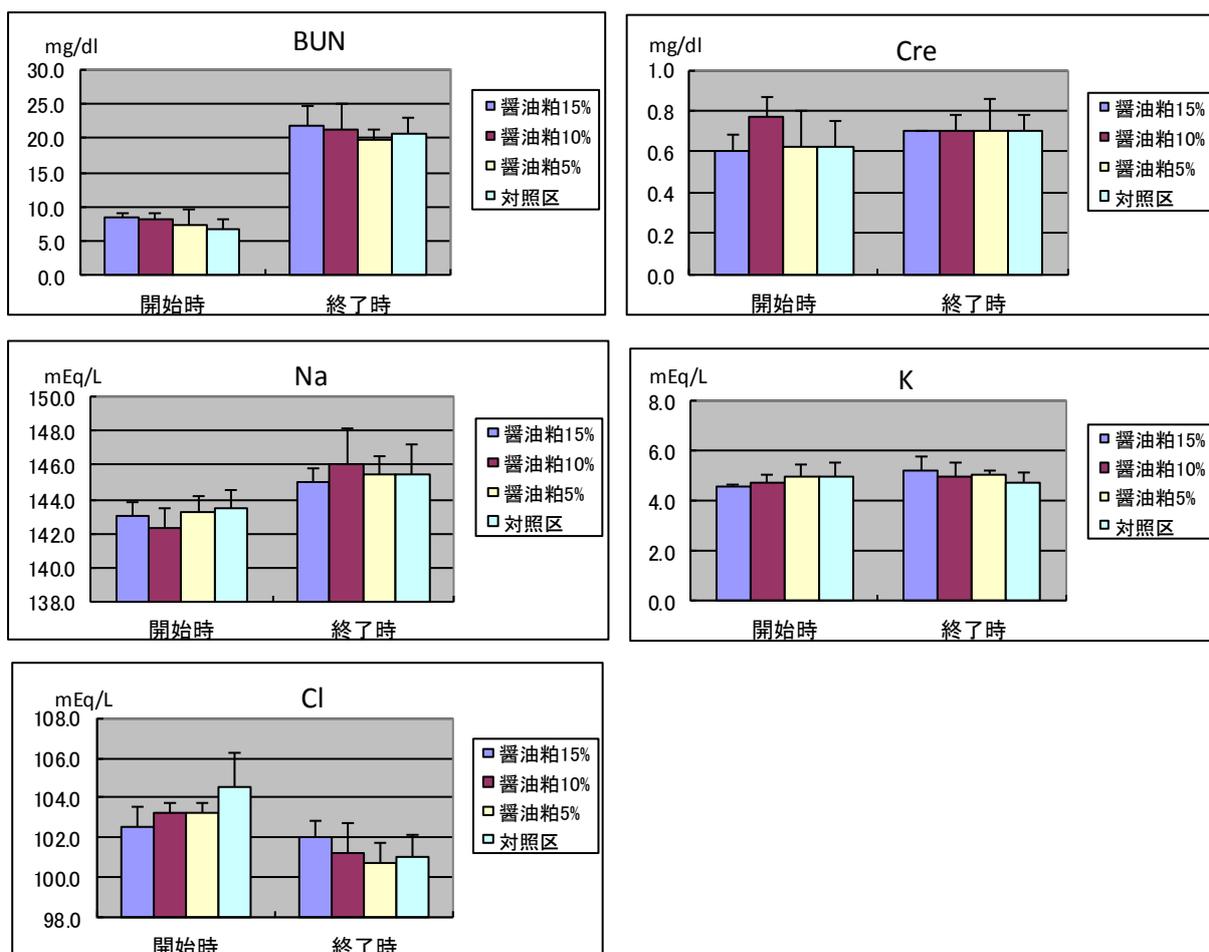
※格付 上:1、中:2、並:3

※:p<0.05, \*\*:p<0.01（対照区と比較）

### 3. 血液検査成績

開始時と終了時のBUN、クレアチニン（Cre）、Na、K、Clについて各区に優位な差はなかった。血液検査から食塩中毒を疑うような所見はなかった。

## 醤油粕の給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響



### 4. 脳の病理検査成績

各区の脳の外観、断面（右大脳半球の線条体、頭頂葉、側頭葉、間脳、中脳、右小脳半球）に異常は認めなかった。組織所見も対照区と比較して、差異は無く、食塩中毒でみられるような好酸球の浸潤や水腫のような病変もみられなかった。また、それ以外の感染症を疑うような組織所見も確認できなかった（図1、図2）。

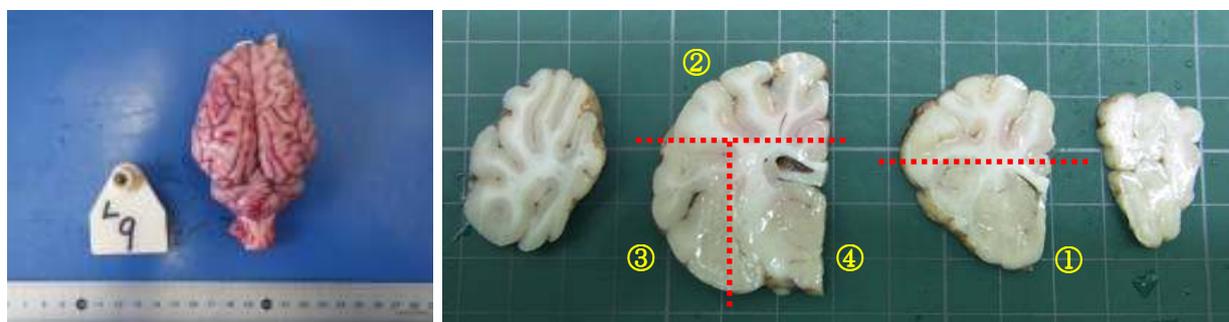


図1 醤油粕15%給与区：右脳の断面（前頭葉、①線条体、②頭頂葉、③側頭葉、④間脳、後頭葉）

## 醤油粕の給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響

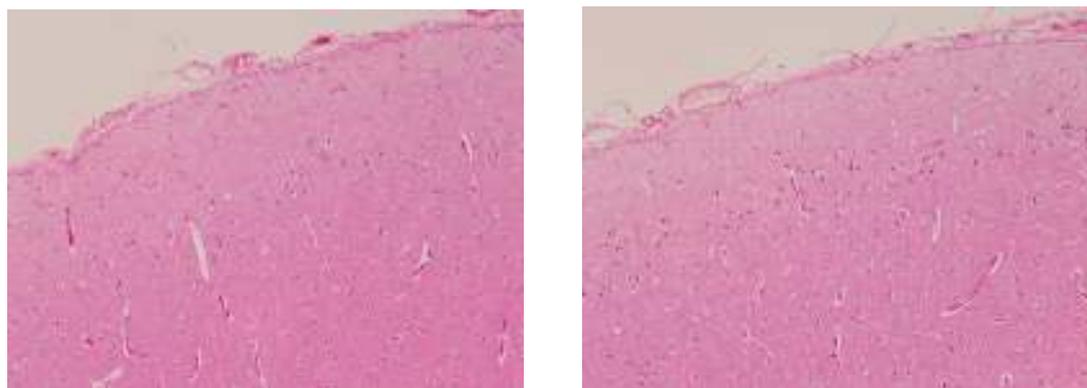


図2 大脳頭頂葉 (×100) 左: 醤油粕 15%区、右: 対照区

### 5. 肉質検査成績

胸最長筋 (ロース) の理化学的肉質検査は、対照区と比べ、醤油粕添加により肉色は濃く、伸展率、圧搾肉汁率は高く、加熱損失は低くなった。脂肪融点は 15%区・10%区で低く、破断応力は 15%区で高かった (表5)。

表5 理化学的肉質検査

| 項目   | 醤油粕15%区        | 醤油粕10%区      | 醤油粕5%区       | 対照区          | p値 (対照区と比較)     |
|--|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| P C S                                      | 3.8 ± 0.3**    | 3.3 ± 0.6    | 3.3 ± 0.3    | 2.9 ± 0.3    | 0.004, -, -     |
| 肉色 L*値                                     | 47.55 ± 0.79** | 51.33 ± 3.09 | 52.42 ± 3.89 | 54.60 ± 3.72 | 0.010, -, -     |
| 肉色 a*値                                     | 11.42 ± 1.39   | 11.62 ± 0.48 | 11.45 ± 1.14 | 11.40 ± 0.98 |                 |
| 肉色 b*値                                     | 1.57 ± 0.84**  | 2.81 ± 0.89  | 3.37 ± 1.71  | 4.19 ± 0.94  | 0.006, -, -     |
| 脂肪色 L*値                                    | 76.23 ± 0.33   | 75.91 ± 1.28 | 76.81 ± 0.88 | 77.12 ± 1.12 |                 |
| 保水性 (%)                                    | 79.5 ± 1.5     | 80.7 ± 3.5   | 80.1 ± 3.9   | 77.9 ± 1.1   |                 |
| 伸展率 (cm <sup>2</sup> /g)                   | 28.6 ± 1.8*    | 28.3 ± 2.0   | 29.4 ± 3.8   | 26.1 ± 0.6   | 0.037, -, -     |
| 水分 (%)                                     | 73.6 ± 0.6     | 73.4 ± 0.2   | 72.2 ± 0.9   | 72.9 ± 1.6   |                 |
| 加熱損失 (%)                                   | 25.7 ± 2.0     | 26.2 ± 0.3** | 26.0 ± 0.7** | 28.1 ± 0.7   | -, 0.003, 0.007 |
| 圧搾肉汁率 (%)                                  | 41.6 ± 2.4     | 41.9 ± 1.4*  | 41.2 ± 1.1*  | 39.5 ± 0.6   | -, 0.022, 0.033 |
| 脂肪内層融点 (°C)                                | 33.9 ± 1.9     | 33.2 ± 2.3*  | 38.1 ± 2.2   | 37.3 ± 2.3   | -, 0.046, -     |
| 破断応力 × 10 <sup>7</sup> (N/m <sup>2</sup> ) | 8.26 ± 1.16*   | 6.53 ± 2.46  | 6.52 ± 0.57  | 5.96 ± 0.47  | 0.010, -, -     |

※\*: p<0.05, \*\*: p<0.01 (対照区と比較して)

### 6. 脂肪酸成績

背内層脂肪の主要7種類の脂肪酸組成は、醤油粕給与によりオレイン酸 (C18:1) の割合が低く、リノール酸 (C18:2) ・ リノレン酸 (C18:3) の割合が高くなった (表6)。

表6 脂肪酸組成

| 項目              | 醤油粕15%区        | 醤油粕10%区        | 醤油粕5%区       | 対照区          | p値 (対照区と比較)          |
|-----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------------|
| ミリスチン酸 (C14:0)  | 1.07 ± 0.05    | 1.10 ± 0.05    | 1.11 ± 0.03  | 1.13 ± 0.12  |                      |
| パルミチン酸 (C16:0)  | 25.71 ± 0.50   | 25.64 ± 0.49   | 26.43 ± 0.37 | 26.67 ± 1.15 |                      |
| パルミトリン酸 (C16:1) | 1.49 ± 0.24    | 1.45 ± 0.22    | 1.45 ± 0.24  | 1.57 ± 0.21  |                      |
| ステアリン酸 (C18:0)  | 14.43 ± 0.97   | 14.60 ± 1.43   | 15.88 ± 1.44 | 15.85 ± 1.15 |                      |
| オレイン酸 (C18:1)   | 42.54 ± 0.68*  | 43.76 ± 0.77   | 44.53 ± 0.78 | 45.60 ± 1.69 | 0.015, -, -          |
| リノール酸 (C18:2)   | 14.01 ± 0.59** | 12.78 ± 1.50** | 10.10 ± 0.95 | 8.78 ± 0.65  | <.0001, 0.003, -     |
| リノレン酸 (C18:3)   | 0.74 ± 0.04**  | 0.66 ± 0.08**  | 0.49 ± 0.03* | 0.40 ± 0.03  | <.0001, 0.001, 0.012 |
| 飽和脂肪酸           | 41.21 ± 0.50   | 41.34 ± 1.63   | 43.43 ± 1.64 | 43.65 ± 1.98 |                      |
| 不飽和脂肪酸          | 58.79 ± 0.50   | 58.66 ± 1.63   | 56.57 ± 1.64 | 56.35 ± 1.98 |                      |

※\*: p<0.05, \*\*: p<0.01 (対照区と比較して)

## 醤油粕の給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響

### 7. アミノ酸分析成績

総アミノ酸 16 種類について各区 1 検体を分析し、対照区の各アミノ酸を 1 として比較した。15% 区は同等、5%・10%区はやや低かった (表 7)。

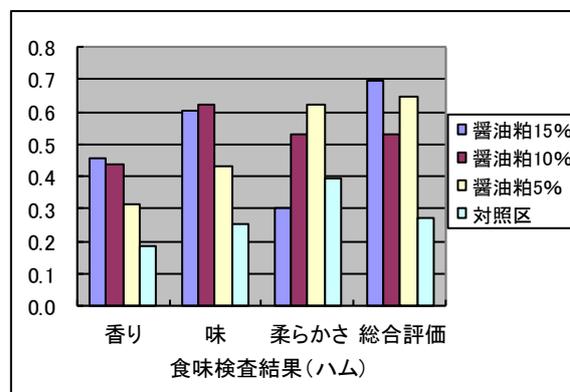
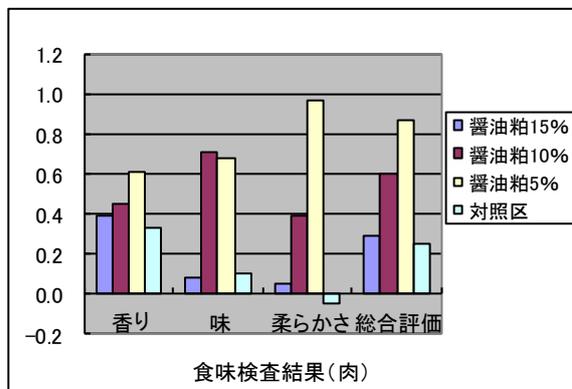
| 項目       | mg/100g      |              |              |              |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|          | 醤油粕15%       | 醤油粕10%       | 醤油粕5%        | 対照区          |
| イソロイシン   | 1,020 (1.01) | 1,030 (1.02) | 990 (0.98)   | 1,010 (1.00) |
| ロイシン     | 1,910 (1.02) | 1,860 (0.99) | 1,860 (0.99) | 1,870 (1.00) |
| リジン      | 2,100 (1.00) | 2,010 (0.96) | 1,940 (0.93) | 2,090 (1.00) |
| メチオニン    | 620 (0.97)   | 580 (0.91)   | 590 (0.92)   | 640 (1.00)   |
| フェニルアラニン | 1,070 (1.04) | 1,010 (0.98) | 1,030 (1.00) | 1,030 (1.00) |
| チロシン     | 730 (0.96)   | 740 (0.97)   | 710 (0.93)   | 760 (1.00)   |
| スレオニン    | 1,070 (1.05) | 1,000 (0.98) | 970 (0.95)   | 1,020 (1.00) |
| バリン      | 1,100 (1.02) | 1,070 (0.99) | 1,040 (0.96) | 1,080 (1.00) |
| ヒスチジン    | 1,130 (1.03) | 1,060 (0.96) | 1,010 (0.92) | 1,100 (1.00) |
| アルギニン    | 1,360 (0.99) | 1,270 (0.93) | 1,300 (0.95) | 1,370 (1.00) |
| アラニン     | 1,330 (1.02) | 1,220 (0.93) | 1,190 (0.91) | 1,310 (1.00) |
| アスパラギン酸  | 2,170 (1.02) | 2,090 (0.98) | 2,060 (0.97) | 2,130 (1.00) |
| グルタミン酸   | 3,420 (1.01) | 3,320 (0.99) | 3,210 (0.95) | 3,370 (1.00) |
| グリシン     | 950 (1.03)   | 860 (0.93)   | 870 (0.95)   | 920 (1.00)   |
| プロリン     | 1,020 (1.02) | 970 (0.97)   | 940 (0.94)   | 1,000 (1.00) |
| セリン      | 930 (1.00)   | 860 (0.92)   | 890 (0.96)   | 930 (1.00)   |
| 平均       | (1.01)       | (0.96)       | (0.95)       | (1.00)       |

※ ( ) 内は対照区を1としたときの比率

※分析：日本冷凍食品検査協会 関西事業部

### 8. 官能検査成績

官能検査はロース肉が延べ 39 名、ロースハムが延べ 33 名のパネラーで 2 回実施した。各項目を 5 段階評価した平均値で示した。ロース肉は、全般的に醤油粕 5% と 10% 区の評価が高く、ロースハムも全般的に醤油粕区の評価が高かった。



評価：非常に悪い(-2)、やや悪い(-1)、どちらでもない(0)、やや良い(+1)、非常によい(+2)

パネラー：ロース肉 (n=39)、ロースハム (n=33)

### 9. コスト

飼料コストは、前期飼料費+後期飼料費+醤油粕 (20 円/kg) で試験期間中の摂取量から算出し、対照区の飼料費を 1 として比較した。醤油粕 5% ではやや高く、10% 以上ではほぼ対照区と同程度であった。また、すべての醤油粕区の利益は 9,800 円台であり、対照区の 10,200 円台より約 200 円低かった (表 8)。

## 醤油粕の給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響

| 項目           | 1頭当たり 円 |        |        |        |
|--------------|---------|--------|--------|--------|
|              | 醤油粕15%  | 醤油粕10% | 醤油粕5%  | 対照区    |
| 飼料費合計 (A)    | 14,978  | 14,575 | 16,462 | 14,751 |
| 前期飼料         | 4,688   | 4,609  | 5,240  | 5,515  |
| 後期飼料         | 9,504   | 9,474  | 10,954 | 9,236  |
| 醤油粕 (@20)    | 786     | 492    | 268    | 0      |
| 価格比率         | 1.02    | 0.99   | 1.12   | 1.00   |
| 格付           | 1.5     | 1.8    | 1.8    | 1.8    |
| 豚代金(経費含) (B) | 24,816  | 24,435 | 26,308 | 24,999 |
| 利益 (B-A)     | 9,838   | 9,860  | 9,846  | 10,248 |

※格付は、上：1、中：2、並：3

### 10. 胸最長筋(ロース)断面



醤油粕 15%区



醤油粕 10%区



醤油粕 5%区



対照区

### 考 察

今回使用した醤油粕は、粉碎されているためそのまま利用することも可能であったが、塩分6.6%であるが水分が30%もあり保存中に発酵、腐敗、カビの発生する恐れがあるため、米の貯蔵庫(約15℃)で保管し、使用前に天日乾燥して水分を15%以下にして使用した。しかし、保管中に積み重なった一部に腐敗、カビの発生があった。一般的な醤油粕は絞ったのみで板状になっており、ねばりもあって簡単に粉碎できず、また水分・塩分もあるため、天日乾燥のみではなかなか乾燥できない。利用するためには、形状や水分の調整が今後の課題となっている。

飼料のコストは、表8に示したように、醤油粕単価を20円/kgとして算出した場合、1頭当たりの飼料費はばらつきがあるものの醤油粕分だけ高くなった。豚代金は各区同程度であり、利益の差は飼料費の差となった。コストが若干上がったが、生産されたロース肉で食味官能検査を実施すると、すべての項目で醤油粕5%と10%の評価が高く、加工品であるロースハムも同様であったこと香川畜試報告、48(2013)

## 醤油粕の給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響

から、付加価値のある豚肉生産ができる可能性が示唆された。

豚の食塩中毒における食塩の致死量は体重 1kg 当たり 2.2 g で 1 頭当たり 100～250 g といわれている<sup>4)5)</sup>が、自由飲水することで高塩分であっても臨床症状、血液検査、脳の病理検査で対照区と差はなく、異常は認められなかった。

このことから、醤油粕は原料が大豆であるため添加による脂肪融点の低下に注意する必要があるが、醤油粕添加により風味等の向上が期待でき、自由飲水のもとでは脱塩処理しなくとも飼料の原料として利用可能であることが示唆された。

### 引用文献

- 1) 農林水産省畜産試験場加工第 2 研究室. 1990, 豚肉の肉質改善に関する研究実施要領.
- 2) 財団法人日本食肉消費総合センター. (平成 17 年 3 月) 食肉の官能評価ガイドライン
- 3) 先端技術等地域実用化研究促進事業研究成果報告書. (平成 15 年 10 月) 四国地域の銘柄豚の「特徴あるおいしさ」評価技術の開発
- 4) 丹羽太左衛門. 養豚ハンドブック. 715-715. 養賢堂
- 5) 配合飼料供給安定機構. 2008, 食品残さの飼料化 (エコフィード) をめざして-飼料化マニュアル (平成 20 年版) -