

## 5. インドール及びスカトールが原因と考えられた豚肉の異臭事例

豊橋市食肉衛生検査所 ○山崎聡子 渡邊菜美 福田和弘  
吉川雅己 山内俊平 細井美博

### 【はじめに】

食品の異臭原因として、食品の腐敗や変敗、異臭原因物質の混入、環境や容器・包装等からのにおいの移行等が挙げられる。食肉の異臭原因は、その他に生体物質に由来するものも考慮する必要がある。今回、過去3年間に当所に異臭豚肉として持ち込まれた事例のうち、生体物質であるインドール及びスカトール（インドール誘導体）が比較的高濃度に検出された3事例について報告する。

### 【材料及び方法】

#### 1. 材料

平成20年9月（事例1）、平成22年1月（事例2）及び平成22年12月（事例3）に、異臭がするとして食肉処理業者を通じて当所に持ち込まれた豚肉を材料とした。事例1は消費者宅において、事例2は小売店において、事例3は食肉処理施設において異臭を認めたものである。事例1～3はいずれも管内Aと畜場で処理されたもので、持ち込まれた豚肉に変色、腐敗等はみられなかった。

#### 2. 方法

##### 1) 官能検査

豚肉の臭気、及び豚肉を小片に分けてアルミホイルで包み数分間ガスバーナーで蒸し焼きにしたものの臭気を、複数の検査員で嗅いで異臭の有無を判定した。

##### 2) 理化学検査

高速液体クロマトグラフィー（以下HPLC）によるインドール及びスカトールの測定を行った。

(1) 標準品：インドール（純度99.0%以上）はMerck(株)製を、スカトール（純度98.0%以上）は関東化学(株)製を用いた。

(2) 標準原液・標準溶液：インドール標準品及びスカトール標準品を各々0.01g秤量し、アセトニトリル（HPLC用）10mlで溶解（標準原液）したものを1.0 $\mu$ g/mlになるよう調製して標準溶液とした。

(3) 検量線：インドール標準溶液及びスカトール標準溶液を事例1は0.5～2.0 $\mu$ g/ml、事例2及び事例3は0.1～1.0 $\mu$ g/mlの範囲で調製し、検量線を作成したところ良好な直線性を示した。（ $r^2 > 0.99$ ）

(4) 試験溶液の調製：筋肉5.0gを秤取し、100ml遮光遠心管に移した後、アセトニトリル30ml、無水硫酸ナトリウム10g及びアセトニトリル飽和ヘキサン20mlを加え、ホモジナイズ（2分間）した後、遠心分離（3000rpm、5分間）を行った。上層（アセトニトリル層及びヘキサン

層)を200ml分液ロートに移して静置した。2層分離後、下層(アセトニトリル層)を100mlナス型フラスコに分取し、エバポレーター(水浴40℃以下)で濃縮乾固を行った後、アセトニトリル1mlを加えて超音波抽出(30秒間)した。この抽出液を10ml遮光試験管に移し、アセトニトリル飽和ヘキサン500 $\mu$ lを加えて遠心分離(3000rpm、5分間)した。下層(アセトニトリル層)をHPLC前処理用ディスクフィルター(孔径0.45 $\mu$ m)で濾過し、これをHPLCの試験溶液とした。なおHPLCの装置及び測定条件を表1に示した。

表1 HPLC装置及び測定条件

|       |                                       |
|-------|---------------------------------------|
| 分析装置  | 株島津製作所製 LC-10A システム                   |
| 分析カラム | Mightysil RP-18 GP 150-4.6(5 $\mu$ m) |
| カラム温度 | 40℃                                   |
| 移動相   | アセトニトリル-水 (1:1)                       |
| 流速    | 1ml/min                               |
| 注入量   | 20 $\mu$ l                            |
| 測定波長  | 280nm                                 |

## 【結果】

### 1)官能検査

事例1~3において、多くの検査員が異臭を認めた。異臭の表現方法は検査員により異なり、薬品臭、プラスチック臭、ナフタレン臭、ビニール臭等さまざまであった。インドール標準原液(1mg/ml)及びスカトール標準原液(1mg/ml)のにおいと比較したところ、事例1は5名中4名(80%)、事例2は13名中9名(69%)、事例3は11名中6名(55%)の検査員が、スカトール標準原液のにおいに類似していると感じた。

### 2)理化学検査

事例1~3において、表2に示すとおりインドール及びスカトールが検出された。

表2 HPLCによる豚肉中のインドール及びスカトールの測定結果

|                      | 事例1  | 事例2  | 事例3  |
|----------------------|------|------|------|
| インドール濃度 ( $\mu$ g/g) | 0.01 | 0.03 | 0.02 |
| スカトール濃度 ( $\mu$ g/g) | 0.21 | 0.20 | 0.05 |

## 【考察およびまとめ】

インドール及びスカトールは、アミノ酸の一種であるトリプトファンの代謝産物である。体内では一般に、トリプトファンは腸内細菌によりインドール及びスカトールに分解生成され、一部は腸管で吸収、肝臓で代謝、腎臓で尿中に排泄される<sup>[1]</sup>。吸収されたインドール及びスカトールの一部は生体物質として筋肉及び脂肪内に微量ながら蓄積しているといわれている。

インドール及びスカトールによる異臭肉の発生要因として、消化不良による異常発酵に起

因する過剰産生<sup>[2]</sup>、肝臓の代謝障害、尿の排泄障害等があり、通常よりも過剰にインドール及びスカトールが筋肉及び脂肪内に蓄積することで、人が通常異臭と感じる閾値を超えて食肉中に検出されることがある。

事例1及び2のと畜検査時の状況は不明であるが、事例3について遡り調査を行ったところ、発育不良豚として搬入され、枝肉重量は48.4kgと通常に比べて著しく軽量であった。内臓検査において大小腸炎、高度のうっ血肝等が認められた個体であったことから、腸内の異常発酵や代謝排泄障害等でインドール及びスカトールが大量に産生されて体内に吸収されたことが事例3の異臭原因と考えられた。

人が異臭と感じる閾値については、インドール濃度0.7~1.0 $\mu\text{g/g}$ 、スカトール濃度0.2~0.3 $\mu\text{g/g}$ との報告例<sup>[3]</sup>がある。しかし、事例3において検出されたインドール濃度0.02 $\mu\text{g/g}$ 、スカトール濃度0.05 $\mu\text{g/g}$ は閾値報告例と乖離している。そこで、事例3で検出されたインドール濃度(0.02 $\mu\text{g/g}$ )及びスカトール濃度(0.05 $\mu\text{g/g}$ )と同濃度となるよう、異臭のない豚肉各々5.0gに標準溶液を添加して16名を被験者として官能検査を行ったところ、インドールを添加した豚肉は被験者16名中2名(13%)が、スカトールを添加した豚肉は被験者16名中13名(81%)が異臭と感じた。このことから、事例3で検出されたスカトール濃度0.05 $\mu\text{g/g}$ は多くの人が異臭と感じるレベルであることがわかった。

インドール及びスカトールは哺乳動物の便等の悪臭成分の一つであるため、インドール臭、スカトール臭という一般に便臭を連想しがちである。しかし、3事例ともに認められたにおいは、これとは明らかに異なっていた。

また、官能検査の結果から、同じ異臭品を嗅いでも人によりにおいの表現はさまざまであった。異臭原因調査において、異臭品のおいから異臭物質をイメージすることは重要である。さまざまなにおいと物質の関連性を覚えておき、においの記憶から異臭原因を調査することは有効な手段であると考えられる。

## 引用文献

- 【1】 田中康夫ほか：GS/MSによる異臭牛肉中のスカトールの分析 食衛誌 Vol.39 No.4
- 【2】 長南隆夫ほか：異臭豚枝肉の原因物質について 道衛研所報 第49集(1999)
- 【3】 岡田聖恵ほか：HPLCを用いた食肉中のクレゾール、インドール及びスカトールの一斉分析法 全食協理化学部会(2000)