

## 食肉の風味成分に関する研究：第3報 生肉中の中，酸性揮発性成分について

著者	加香 芳孝，田嶋 一人，本郷 富士弥，小島 正秋，川井田 博，上松瀬 昇，宮内 泰千代
雑誌名	鹿児島大学農学部學術報告=Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kagoshima University
巻	28
ページ	169-176
別言語のタイトル	Studies on the Compounds Constituting Meat Flavour : III. On the Neutral and Acidic Volatile Compounds in Raw Meats
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10232/2450">http://hdl.handle.net/10232/2450</a>

# 食肉の風味成分に関する研究

## 第3報 生肉中の中, 酸性揮発性成分について

加香芳孝・田嶋一人\* ・本郷富士弥\*\*  
小島正秋・川井田博\*\*\*・上松瀬昇\*\*\*  
宮内泰千代\*\*\*

(昭和52年8月31日 受理)

### Studies on the Compounds Constituting Meat Flavour

#### III. On the Neutral and Acidic Volatile Compounds in Raw Meats

Yoshitaka KAKO, Kazuto TASHIMA, Fujiya HONGO, Masaaki KOJIMA,  
Hiroshi KAWAIDA, Noboru KANMATSUSE and Yasuchiyo MIYAUCHI  
(Animal Products Processing Research Laboratory)

#### 緒 言

食肉をわれわれが食用に供する時は、多少の例外を除けば、ほとんど加熱するので、その意味では食肉の風味とは、すなわち、加熱後の風味といわなければならないが、その場合、その前駆体とみられる遊離糖および遊離アミノ酸には、加熱後、かなり減少するものがある<sup>2)</sup>ところから、食肉の加熱臭形成にはそれらが大きく関与することが前報<sup>3)</sup>において、各種の食肉について明らかにされた。

一方、食肉には生(未加熱)の状態でも、ある種の臭気があることはよく知られており、これを生鮮香気とか固有香気などといわれているが、それらは死後の動物の筋肉が硬直、解硬の段階を経る間に進行するグリコリスの結果として  $pH$  が 5.5 前後となることから、中性または酸性の低沸点揮発性化合物に由来するものであろうことが推定される。

Merritt<sup>4)</sup> は、連結コールドトラップ中に生牛肉に含まれている揮発性物質を真空下で捕捉して分析し、硫化水素をはじめとしてメルカプタン、アルコール、アルデヒド、ケトン類の存在を見出している。ま

た Burks<sup>5)</sup> は生牛肉からの揮発性アミンについて研究した結果として、その 99.9% はアンモニアであって残る 0.1% のみが他物質であること、また加熱牛肉の揮発性成分中に同定された 20 種の化合物中、少なくとも 9 種の化合物が生牛肉中にも同定されたのべている。

そこで今回われわれは一連の風味成分に関する研究の一環として、各種生肉の臭気構成成分の内容を明らかにするとともに、加熱香気成分と、それらとの関係をより明確にするために以下の研究を行なった。

#### 実 験 方 法

##### 1. 実験材料

本研究には牛、豚、緬羊の 3 種類の畜肉を用いた。いずれも肩の部分(僧帽筋と胸最長筋を含む)を用いたが、牛および緬羊肉は市販の凍結肉より、豚肉は鹿児島県畜産試験場養豚部において飼育されたランドレース種より採取した。

これらの試料肉は表面に付着する脂肪、結合組織および血管等を除去した後、肉挽機で 3 mm のプレートを通して挽肉とし、分析に供した。

##### 2. 分析方法

###### (1) 全揮発性成分の捕集

食品の香気成分を分析するにあたり、それらを他の成分からまず分離して捕集する方法として従来行われてきたものとして、試料を強減圧下におき、常温または加熱時に発生する揮発性成分を液体窒素などを用いる極低温コールドトラップで凝結捕集する方法と、試

\* 全国酪農業協同組合連合会

The National Federation of Dairy Co-operative Associations (Zen-Raku-Ren)

\*\* 琉球大学農学部

Faculty of Agriculture, Ryukyu University.

\*\*\* 鹿児島県畜産試験場

Kagoshima Prefectural Animal Experiment Station

料を水に懸濁させ、減圧蒸留または不活性ガス（主に窒素）を通気して蒸留し、トラップで化学的に、もしくは凝結捕集する方法が一般に用いられているが、今回は後者の水懸濁液を加熱しつつ減圧蒸留する方法を用い、大まかに畜種別の特徴を検討した。すなわち、上記のように細切した各畜種の生の赤肉 1 kg を前報<sup>3)</sup> で用いたのと同様な 5 l 容 3 つ口丸底フラスコに、蒸留水 2.5 l と共に入れ、外部より徐々に加温しつつアスピレーターで減圧蒸留した。丸底フラスコに連結した冷却管で凝結した流出液は氷冷コールドトラップに捕集され、約 8 時間の蒸留で 1.6 l の流出液が得られるまで蒸留を継続した。この間、外部からの加温は、内部の懸濁液の温度が 55°C を超えないよう調節して行った。

以上のようにして得られた流出液の pH を参考までに測定したところ、牛肉では 6.0、綿羊肉では 5.8、豚肉では 6.0 であり、いずれも近似した値を示した。

各種畜肉から得られた捕集流出液は、つぎに 2 N リン酸を加えて pH 3.0 に調整し、一部を用いて、それぞれ、揮発性脂肪酸および中、酸性揮発性成分の分析を行った。

なお、上記全揮発性成分の捕集を行う場合、流出液捕集用のトラップのあとに、0.2% 2,4-ジニトロフェニルヒドラジン-2 N 塩酸溶液の入ったカルボニル化合物捕集用トラップ、さらに 2 N 水酸化ナトリウムの入った揮発性脂肪酸捕集用トラップも付加し、それぞれについて捕捉された物質を後に検討したが、捕集されるものは極めて微量であって、ほとんどの揮発性成分は氷冷コールドトラップ中に捕捉される流出液中に溶け込んで捕集されるように思われた。

#### (2) 揮発性脂肪酸区分の分離

(1) によって捕集し、リン酸酸性化した流出液より 400 ml をとり、そのまま(1)と同様な条件で減圧蒸留を行い、約 10 ml を残して流出液を氷冷コールドトラップに捕集した。つぎに 200 ml の 2 N 水酸化ナトリウム溶液を加えて捕集液中の揮発性脂肪酸をすべて

ナトリウム塩とし、1 夜冷暗所に放置後、沸騰湯煎上で蒸発乾固した。得られた残渣に 6 N 硫酸 200 ml を加えて溶解し強酸性とすると揮発性脂肪酸は遊離するので、直ちにエチルエーテル 200 ml を用いて 4 回にわけて抽出した。集められたエーテル層には無水硫酸ナトリウム粉末を十分加えて混合後一夜放置して脱水、ついでドラフト内で窒素ガスの細流を吹き付けてエーテルのみを気化させ、最終 0.5 ml となるまで濃縮した。このようにして得られた濃縮液を揮発性脂肪酸分析試料として直接ガスクロマトグラフに注入し分析した。

#### (3) 中、酸性揮発性成分の分離

前記(1)によって捕集し、リン酸酸性化した流出液 400 ml をとり、これに粉末状炭酸水素ナトリウムを直接添加して正確に pH 7.0 として中和後、(1)と同様の条件で最終的に約 10 ml のみが残留するまで、再度減圧蒸留を行い、氷冷トラップに流出液を捕集した。つぎにこの流出液に炭酸カリウム、塩化ナトリウム、無水硫酸ナトリウムを、この順序におのおの飽和させ、ついで分液ろーとを用いて、エチルエーテル-*n*-ペンタン 2 : 1 混合液 400 ml で 4 回にわけて抽出を行った。抽出後集められた有機溶媒層は無水硫酸ナトリウム粉末を十分加えて混合後一夜放置して脱水、その後、窒素ガスの細流を吹付けて有機溶媒を気化させ、最終 0.5 ml となるまで濃縮した。この濃縮液中、酸性揮発性成分分析試料として直接ガスクロマトグラフに注入し、分析した。

#### (4) ガスクロマトグラフィー

ガスクロマトグラフによる分析条件の主要部分は Table 1 に示したとおりである。

揮発性脂肪酸の分析には、充填剤として 5% ジエチレングリコールサクシネート (DEGS) ポリエステル (1% リン酸添加) でコーティングした 60~80 メッシュ、クロモソルブ W-AW を用い、80~170°C の範囲で 4°C/min の条件で昇温分析を行った。

中、酸性揮発性成分の分析は、15% ツィーン No.

Table 1. Operating conditions of Gas-liquid-chromatography

Apparatus :	Shimazu GC-2C type Gas Chromatograph equipped a Hydrogen Flame Ionization Detector
Column :	Stainless steel tube (3mm/1.5m)
Conditions :	Carrier gas: N <sub>2</sub> 0.6 Kg/cm <sup>2</sup> , Flow rate: 50ml/min
	Sensitivity: 10 <sup>2</sup> , Range volt: 0.8, Chart speed: 5mm/min
	Detector temp.: 200°C
	Injection port temp.: 150°C
	(Other conditions were described in text.)

20 でコーティングした 100~120 メッシュ、クロモソ  
ルブ W-AW を充填剤として用い、30~170°C の範囲  
で 4°C/min の条件で昇温分析した。

なお、分析された各成分を定量的に比較するため、  
昇温分析であるところから、ピーク高のみを利用する  
河合<sup>6)</sup>の方法にもとづき、次式により各成分の割合を  
算出した。

$$\text{各成分の割合 (\%)} = \frac{\text{各ピーク高}}{\text{各ピーク高の総和}} \times 100$$

なおまた、各成分の同定は標品の保持時間との比較  
によって行った。

### 結果ならびに考察

以上のべた実験方法によって得られた結果はつぎの  
ようであった。

#### 1. 揮発性脂肪酸

中野<sup>11)</sup>と McInnes ら<sup>9)</sup>によると、生肉中にはギ酸  
が多量に含まれているというが、今回ガスクロマトグ  
ラフの検出器に用いた水素炎イオン化検出器ではギ酸  
の正確な分析は不可能とされており、また、実際にギ  
酸の標品について分析したところ、定量的な結果は得  
られなかった。従って今回の分析ではギ酸の存在は認  
め得たが、定量的な比較検討は除外せざるを得なかつ  
た。さらに今回用いた標品との保持時間の比較による  
同定方法では同定し得なかった成分が 3 種類あり、こ  
れらについては今後、他の分析方法によって検討され  
ねばならないと考えている。

ともかく今回行った分析の結果からは 11 種の主要  
成分が顕著なピークとして見出され、このうち、同定  
し得たのは 8 種類の成分にすぎなかったけれども、そ  
れらの定量値を保持時間とともに Table 2 に示し

た。なお、本分析条件では、プロピオン酸とイソ酪酸  
は保持時間が非常に接近しており、互いに重り合った  
ピークとなってくるので、一応両者の和として表示し  
た。

表より明らかなとおり、各畜種の生肉に含まれる揮  
発性脂肪酸は、種類ではほとんど差はないが、存在量  
は一定せず相異があることがわかる。このうち、酢酸  
は牛肉に最も多く含まれ、ついで細羊、豚肉の順にな  
っている点は、酢酸が反すう家畜の肉に多く、非反す  
う家畜肉には比較的少いという傾向を示すものと考え  
られ、興味ある事実であるので、今後さらに検討を加  
えてゆきたい。一方、豚肉にはプロピオン酸とイソ酪  
酸の含量、イソバレリアン酸、イソおよび *n*-カプロ  
ン酸、*n*-カプリル酸など炭素数も多く沸点も高い脂肪  
酸含量が相対的に高い傾向がみられる。

さらに注目されるのは、細羊肉には *n*-酪酸が他  
に比して最も多く存在していた点である。

McInnes ら<sup>9)</sup>および中西と渡辺<sup>10)</sup>は有機溶媒抽出  
法により、各種畜肉より遊離脂肪酸および全脂質を抽出  
し、結合型の脂肪酸も含めた、肉中の全脂肪酸を分析  
し比較して報告しているが、両者の分析値にはかな  
りの差がみられる。さらに McInnes らは細羊肉にお  
ける代表的脂肪酸は、ギ酸、酢酸、*n*-カプロン酸であ  
るとしているのに対し、中西と渡辺は *n*-酪酸が特異  
的であるとしている。

本報の分析結果は抽出法によらず、減圧蒸留法によ  
ったものであるから、結合型以外の遊離の揮発性脂肪  
酸のみを分析したのであるけれども、中西と渡辺の結果  
と一致して、その中でも *n*-酪酸が特異的に多く見  
出されたことは興味深い。またこの点から、細羊生肉  
の臭気の特徴は、他成分との相乗的なものであろう

Table 2. Compositions of volatile fatty acids found in beef, pork and mutton (%)

Compound	Retention time	Beef	Pork	Mutton
Acetic acid	6.6 ( <i>min</i> )	60.88	41.51	49.43
Propionic acid + iso-Butyric acid	8.2	22.05	29.14	22.22
<i>n</i> -Butyric acid	10.0	4.71	6.21	9.50
iso-Valeric acid	10.7	1.11	5.38	1.90
* <i>n</i> -Valeric acid	12.5	0.58	0.71	1.19
iso-Caproic acid	14.1	0.76	0.64	0.77
* <i>n</i> -Caprylic acid	15.1	0.53	3.73	0
* <i>n</i> -Caprylic acid	19.9	0.98	0	2.17
* <i>n</i> -Caprylic acid		2.91	5.55	5.14
* <i>n</i> -Caprylic acid		2.28	1.04	3.32
* <i>n</i> -Caprylic acid		0.68	5.19	2.03

\* : Unidentified Compound

が、この *n*-酪酸によって大きく影響されているのではないかと考えられる。

ところで、McInnes らも中西と渡辺も生肉全般について酢酸と *n*-カプロン酸が代表的脂肪酸として見出されるという点では一致しているのであるが、本報の分析方法で見出される揮発性の遊離脂肪酸の中には、酢酸はもちろん多いが、*n*-カプロン酸は、存在しているが特徴的に多く存在するという程ではなかった。この差は分析方法の相異から当然のことのようにも思われるが、しかし、中野<sup>11)</sup>によると、と殺直後の新鮮肉には遊離ギ酸と酢酸が多く、他の揮発性脂肪酸は検出されないけれども、肉の変敗が進むにつれて酢酸と *n*-カプロン酸の遊離のものが顕著に多くなるという。従ってこの点を考慮すると、分析材料として使用した肉の鮮度が、生肉の臭気に微妙な影響を与えることが注目されてくるのであり、この問題についても今後さらに検討を加える必要があるように思う。

## 2. 中・酸性揮発性成分

中・酸性揮発性区分中の主要な成分は、前項にのべた揮発性脂肪酸も当然一部混入してくるが、このほかにカルボニル化合物、アルコール、エステル、各種含硫化合物などが含まれるものと推察される。本報でのこの区分の捕集方法は化学的に確実に、これら各成分を捕捉する方法ではないので、一部は捕捉されず失われているものと考えられ、従って、厳密には定性的な分析結果であるといわざるを得ないものと思われる。

従来、食品の香気成分の研究では、減圧下で香気成分を極低温トラップで捕集し、ガスクロマトグラフィー、マススペクトロメトリーで分離同定する方法と、各成分に特有の誘導体を形成、あるいは反応を示す試薬を用いて、個々に分離同定する方法がとられている。著者らも後者の方法として上と大森<sup>9)</sup>の方法に準じて、カルボニル化合物は 2,4-ジニトロヒドラジン誘導体のヒドラゾンとし、含硫化合物は塩化第二水銀、シアン化第二水銀、酢酸鉛で反応固定し、各成分をヘッドスペース法で個々に分離同定することを試みたが、生肉に含まれる香気成分のうち、これらの成分が極めて微量であるため、良好な結果は得られなかった。

中・酸性揮発性区分のガスクロマトグラフィー分析に使用するカラム充填剤の液相については、15% Tween No. 20, 10% カーボワックス 1000, カーボワックス 20 M (いずれも担体としてはクロモソルブ W-AW を使用) を用いて分離状態を検討したところ、後二者は、分析温度 30~170°C の範囲内では比

較的短い保持時間で各成分が流出してしまうため、好ましい分離成績が得られなかったが、Tween No. 20 はこの分析温度範囲で各成分の均一な分離を示すことがわかったので使用した。

また、カルボニル化合物の中で低い沸点をもつフォルムアルデヒドについては、前述のギ酸同様、水素炎イオン化検出器での検出は不可能といわれており、また著者らが実際に標品を用いて分析した結果においても定量的に検出されなかったので今回はフォルムアルデヒドの検討は除外せざるを得なかった。

牛、豚、綿羊肉についてガスクロマトグラフィーにより分析された結果をクロマトグラムで比較検討すると、つぎのようであった。

まず、各畜種の肉とも、43 のピークが現われた。もちろんそれぞれにピーク高は異なるところから、成分の量的比は異なるが種類には特別な差異は認められなかった。これらのピークに相当すると考えられる成分を保持時間にもとづいて同定を試みたが、24 種までは同定出来たが、それ以上は不可能であった。これらの結果は Table 3 に示したとおりである。このうち、*n*-ブチルアルデヒドとメチルアルコール、イソバレルアルデヒドとエチルアルコール、ジエチルケトンとメチルプロピルケトン、メチルアミルケトンとフルフラールは保持時間が接近しているため、本報の分析条件では分離出来なかったため、一応両成分が存在するものとし、量的には含量として表示した。含硫化合物についてもジメチルスルフィドのみが検出されたが、他にも若干存在するものと思われる。しかし今回の分析条件では検出されなかったため、この点については今後、分析条件、分析方法を検討してさらに追究する必要があると考えている。

同定された各成分のうち、特に量的に多く存在しているものはアセトン、酢酸、ジメチルスルフィド、酢酸エチル、メチルエチルケトン、イソバレルアルデヒド+エタノールなどであって、このほか多量に存在するといわれるが今回分析し得なかったギ酸、フォルムアルデヒドを加えたものが、中・酸性揮発性区分の主要部分として存在しているものと考えられる。

つぎに 3 種類の肉より捕集された各成分について比較してみると、牛ではジメチルスルフィド、イソバレルアルデヒド+エタノール、*n*-ブチルアルコールが、豚では酢酸エチル、メチルエチルケトン、*n*-プロピルアルコールが、綿羊では *n*-ブチルアルコール+メタノール、アセトンが他に比して多く含まれる傾向が特徴として認められる。しかし、全体的にみてこれらの

Table 3. Compositions of acidic and neutral volatile compounds found in beef, pork and mutton (%)

Compound	Retention time (min)	Beef	Pork	Mutton
Formaldehyde	1.2	1.75	0.73	1.11
Acetaldehyde		0.78	0.48	0.45
*		1.45	0.90	0.81
Dimethyl sulphide	2.1	5.58	3.59	3.13
*		8.72	8.06	7.38
iso-Butyraldehyde	3.7	3.00	3.59	3.31
Acetone		20.19	22.44	22.53
n-Butyraldehyde				
+				
Methyl alcohol	5.9	4.04	3.31	5.09
Ethyl acetate	6.3	8.37	9.05	8.84
Methyl ethyl ketone	6.7	4.24	5.04	4.95
iso-Valeraldehyde				
+				
Ethyl alcohol	7.8	4.86	4.51	3.92
Methyl iso-propyl ketone	8.2	0.66	0.67	0.72
Diacetyl	9.2	1.59	2.00	1.99
Diethyl ketone				
+				
Methyl n-propyl ketone	10.0	0.46	0.44	0.42
*		0.74	0.84	1.01
Acetic acid	11.8	14.70	17.98	17.84
n-Propyl alcohol	12.1	2.09	2.27	1.87
*		0.38	0.33	0.38
*		2.49	2.33	2.22
*		1.98	2.14	2.15
*		0.72	0.75	0.84
*		1.16	1.22	1.25
*		1.64	1.47	1.01
n-Butyl alcohol	16.5	2.29	0.71	0.80
Methyl iso-amyl ketone	17.3	0.63	0.55	0.68
n-Amyl acetate	18.2	0.41	0.21	0.36
iso-Amyl alcohol	19.0	0.42	0.37	0.57
*		0.41	0.40	0.59
*		0.87	1.04	1.32
*		0.27	0.42	0.42
*		1.21	1.04	0.71
*		0.17	0.29	0.27
*		0.10	0.20	0.22
n-Octylaldehyde	23.6	0.34	0.49	0.52
n-Hexyl alcohol	24.6	0.09	0.13	0.11
*		0.16	0.26	0.30
*		0.22	0.34	0.37
Methyl n-amyl ketone				
+				
Furfural	27.2	0.08	0.16	0.14
*		0.21	0.21	0.30
n-Octyl alcohol	32.0	0.32	0.23	0.40
*		Trace	Trace	Trace
*		Trace	Trace	Trace
*		Trace	Trace	Trace

\* : Unidentified compound

存在量にも大巾な相異はみられず、生肉の臭いの構成成分は比較的類似していることが推定される。

Stahl<sup>13)</sup> は牛肉の照射臭に関する研究の中で、未照射の生牛肉の揮発性香気成分を分析し、H<sub>2</sub>S, メチル, エチルメルカプタン, 炭酸ガス, 一酸化炭素の存在を報告している。

Merritt<sup>9)</sup> は同じ方法で分析し、以上のほかにアセトアルデヒド, アセトン, メチルエチルケトン, メ

タノール, エタノールを見出している。Wick<sup>14)</sup> は同様照射臭に関する研究の中で、酵素不活性化された未照射の生牛肉の揮発性香気成分を分析し、上記二者の検出した成分のほかに、イソプロピルアルコール, イソ, n-ブチルアルコール, アセトイン, イソバレリル, n-ヘキシル, オクチル, n-ノニル, ベンツアルデヒド, ベンゼンなどを検出同定している。

このように今回の分析で捕捉または同定出来なかつ

た成分もあることが推測されるが、以上の揮発性脂肪酸区分および中・酸性揮発性区分についての分析結果を総合して考察すると、各畜種の生肉の臭いは、多くの中・酸性揮発性成分を背景とするが、それらの存在量には畜種により余り顕著な差異がないことから、特異的な臭気の特徴づけているものは、存在する揮発性脂肪酸の量的な割合によるものと考えられるのであって、牡臭の原因物質であるところの5 $\alpha$ -Androst-16-ene-3-oneのような特殊物質の存在<sup>12)</sup>によるものではないことが推測される。

なお、塩基性揮発性成分（特にアミン類）については、新鮮肉中には存在量が酸性物質の1/10以下で微量であることが食肉の鮮度検定について研究した中野<sup>11)</sup>の報告に明らかなので、新鮮肉だけを対象とした今回の研究では、塩基性揮発性成分についての検討は行わなかった。

### 3. 生肉香気成分と加熱香気成分との相互関係

肉の加熱香気成分に関する研究は、これまですでに多くの研究者によってなされているが、生肉中に存在する香気成分と加熱香気成分との間の相互関係について論及された報告は少ない。そこで今回行った生肉香気成分の分析結果にもとづき、この関係を明らかにするため、Liebichら<sup>7)</sup>がローストビーフの加熱香気成分のガスクロマトグラフによる分析結果と、牛肉のみについてであるが比較を試みた。

Liebichらは、分析の際のカラム充填剤液相としてダウファックス9N15を使用し、室温より150°Cまで毎分2°Cの昇温分析を行っており本報の分析条件とは若干異なるが、一般に昇温分析では、炭素数の少ない順に、あるいは沸点の低い順に物質は流出する傾向があるので、この点を考慮して比較検討すると、本報の結果では34番目のピークに相当する*n*-オクチルアルデヒドよりも早い保持時間で生肉香気成分の大部分が流出しているのに対し、Liebichらの行った加熱香気成分では、*n*-オクチルアルデヒドは16番目のピークとして位置しており、その後にもかなりの香気成分ピークが現われていることがわかる。さらに*n*-オクチルアルデヒド以前に流出する成分について検討してみると、Liebichらの分析結果でも本報の分析により検出同定された主要な成分はほとんど検出されているようである。

この点から従来多数報告されている加熱香気成分の解析結果に示されている成分の中には、生肉の状態に含まれていた揮発性成分が、量的には変動するであろうが、かなりの種類その低沸点揮発性成分区分に含ま

れていることに注意しなければなるまい。つまり、加熱香気成分の大部分は、加熱により二次的に形成されてくるものであろうが、そればかりではなく、未加熱の状態ですでに含まれていた成分も一部残留していて、加熱肉の風味に関与していることが注目されなければならないであろう。

HorsteinとCrowe<sup>4)</sup>は、牛肉について、加熱香気成分の前駆体が含まれるといわれる水抽出液を調製し、これを凍結乾燥して粉末とした。ついでこの粉末を減圧下、100°Cで加熱し、発生する揮発性香気成分について分析しているが、そのうち、低沸点の揮発性成分区分は好ましくない臭いを有し、これに対して高沸点揮発性成分区分は好ましい、いわば肉らしい香りを有する特色があったとのべており、これから“生ぐさい”といわれる生肉臭（獣臭）は低沸点揮発性成分によって構成されていることが示唆されているものと思われる。

## 要 約

牛、豚、綿羊の生肉臭気の構成成分の内容を明らかにするとともに、これと加熱香気構成成分との関係を明らかにするために本研究が行なわれた。

まず牛、豚、綿羊の生ひき肉を水懸濁液とし、55°C以下で減圧蒸留して得られる流出液をコールドトラップに捕集して全揮発性成分を一括分離し、さらにこれから揮発性脂肪酸区分と、中・酸性揮発性区分を分離し、ガスクロマトグラフィーにより分析した。

その結果、揮発性脂肪酸としてはギ酸、酢酸、プロピオン酸、イソ、*n*-酪酸、イソ、*n*-バレリアン酸、イソ、*n*-カプロン酸、*n*-カプリル酸などが検出された。量的にみると、これらは畜種によって異なっているが、*n*-酪酸が綿羊肉に多いことが1つの特徴であった。

つぎに中・酸性揮発性成分として、43種の成分の存在を示すピークが現われたが、そのうち同定し得たのは24種のみであった。このなかにはジメチルスルフィド、各種アルデヒド、ケトン、アルコール等が含まれるが、いずれもこれらは畜種間で余り差異が認められなかった。

以上の結果から、各畜種の生肉の臭気構成成分は、多くの中・酸性揮発性成分の存在が背景となっているが、それぞれに特徴を与えているのは、存在する揮発性脂肪酸の量的割合によるものであって、特別な物質の存在によるものではないことが推定された。

生肉の臭気成分と加熱香気成分との関係について

は、本研究の結果と、これまでの研究報告にのべられているものとを比較して考察するとき、生肉の臭気成分は主として低沸点揮発性成分よりなり、しかもそれらは加熱香氣成分の一部でもあるところから、加熱香氣構成成分は、加熱により二次的に肉の中で形成された成分が大部分であろうが、生肉それ自体のもつ低沸点揮発性成分も共存していることは明らかであり、従って肉の加熱香氣はこの両者によって構成されていると思われる。

### 文 献

- 1) Burks, R. E., Baker, E. B., Clark, P., Esslinger, J. and Lacey, J. C. Jr.: The detection of amines produced on irradiation of beef. *J. Agr. Fd Chem.*, **7**, 778-782 (1959)
- 2) 本郷富士弥・加香芳孝: 食肉の風味成分に関する研究 第2報 遊離糖および遊離アミノ酸の加熱前後における存在量の消長と揮発性カルボニル化合物生成に対する関係. 琉球大農学術報告, **No. 20**, 245-261 (1973)
- 3) 本郷富士弥・小島正秋: 食肉の風味成分に関する研究 第1報 揮発性カルボニル化合物について. 琉球大農学術報告, **No. 20**, 229-243 (1973)
- 4) Hornstein, I. and Crowe, P. F.: Flavor studies on beef and pork, *J. Agr. Fd Chem.*, **8**, 494-498 (1960)
- 5) 上 隆保・大泰司論: 肉および肉製品の風味成分に関する研究 I. 加熱時における豚肉の揮発性成分. 広島大水産産紀要, **7**, 185-192 (1967)
- 6) 河合 聰: ガスクロマトグラフィーによる製剤分析. 第6回鳥津ガスクロマトグラフ講座講演要旨集, p. 79-98 (1968)
- 7) Liebich, H. M., Douglas, D. R., Zlatkin, A., Muggler-Chavan, F. and Donzel, A.: Volatile components in roast beef, *J. Agr. Fd Chem.*, **20**, 96-99 (1972)
- 8) McInnes, A. G., Hansen, R. P. and Jessop, A. S.: Volatile acids of mutton fat, *Biochem. J.*, **63**, 702-705 (1956)
- 9) Merritt, C. Jr., Bresnick, S. R., Buziner, M. S., Walsh, J. T. and Angelini, P.: Determination of volatile components of food stuffs. Techniques and their application to studies of irradiated beef, *J. Agr. Fd Chem.*, **7**, 784-787 (1959)
- 10) 中西武雄・渡辺乾二: 食肉脂質の脂肪酸組成に関する研究 第2報 食肉脂質の C<sub>1</sub>~C<sub>12</sub> の脂肪酸組成. 農化会誌, **38**, 525-530 (1964)
- 11) 中野薫二: 肉類の鮮度検定に関する研究. 山口大農学術報告, **9**, 1021-1080 (1956)
- 12) Patterson, R. L. S.: 5 $\alpha$ -Androst-16-ene-3-one: —Compound responsible for taint in boar fat, *J. Sci. Fd Agr.*, **19**, 31-38 (1968)
- 13) Stahl, W. H.: *Chemistry of natural food flavors symposium*. p. 58-75, Quartermaster Food and Container Inst., Chicago, Ill. (1957)
- 14) Wick, E. L.: Chemical and sensory aspects of the identification of odor constituents in foods. A review. *Food Technol.*, **19**, 827-833 (1965)

### Summary

This study was carried out for the purpose of clarifying the composition of the substances occurring in the raw meat smell from beef, pork and mutton as well as the interrelation between the heated meat flavour and the raw meat smell.

In order to separate the total volatiles from the meat samples, as a first step, minced meats were suspended in water, and distilled in vacuo below 55°C. Then the effluents were gathered into an ice-cold trap, and from those effluents the volatile fatty acid and the acidic and neutral volatile fractions were separated. Furthermore, these fractions were analyzed through gas-liquid-chromatography. The results obtained were as follows:

It was in the volatile fatty acid fraction that formic, acetic and propionic acids, iso- and n-butyric acids, iso- and n-valeric acids, iso- and n-caproic acids and n-caprylic acid were detected and identified. Although these compounds existed in their respective quantities, in beef acetic acid, in pork propionic acid + n-butyric acid, iso-valeric acid and iso-caproic acid, and in mutton n-butyric acid were predominant, respectively.

In the acidic and neutral volatile fractions, almost 43 compounds were detected but only 24 compounds were identified at most, in which were contained dimethylsulphide, aldehydes, ketones, alcohols and esters; no distinct differences in their existing quantities being found in beef, pork and mutton.

Judging from the results mentioned above, the raw meat smells were assumed to be contributed heavily by the volatile fatty acids, in which the relative ratios of the amounts



contained decided the characteristic smell peculiar to a meat, with many acidic and neutral volatile compounds acting in background. Therefore, no existence of particular substance was noted in any meats surveyed to characterize the individuality of the smell.

With comparisons made, on the results obtained in this study, to those of the former workers carried out on the cooked or roasted meat, it was ascertained that the compounds constituting the raw meat smell were composed of the volatile ones having low boiling points, and besides, that those were also to be detected in the heated meat flavour-constituents.

Accordingly, it seems that the heated meat flavour is composed of both the volatile compounds secondarily generated on heating, and the peculiar ones existed in the raw meat.