

## 【レビュー講演】

### (1) 帯広畜産大学畜産科学科畜肉保蔵学研究室における研究成果

三上正幸<sup>○</sup>、関川三男、島田謙一郎

#### 1. 研究室の概要

研究室のスタッフは、現在、三上、関川、島田の3人である。院生・学生は現在博士課程1名、修士課程2名、4年生7名、3年生7名である。なお、ここで挙げる研究成果は三上が昭和42年に赴任してからあげたものである。関川は平成2年に泉本勝利先生（現 岡山大学農学部教授）の後任として着任し、その後、島田が平成10年に赴任して現在に至る。

#### 2. 研究成果

##### 牛肉に対する電気刺激の影響：

食肉のおいしさには多くの要因があるが、軟らかさは肉質を評価する最も重要なものである。近年、肉質の改善を目的として電気刺激を検討したのはニュージーランドの研究者で、3,600V という高電圧をラム枝肉に通電して軟らかくなることを報告した。その後ヨーロッパでは低電圧電気刺激法が研究され1980年代には多くの研究がなされた。我々は生後16-20ヶ月齢のホルスタン去勢肥育牛、25-27ヶ月齢のヘレフォード去勢肥育牛およびホルスタン経産牛を用い、放血後のと体に対して電気刺激を行った。

ホルスタン去勢肥育牛を用いた実験の結果、剪断値で胸最長筋および中殿筋で共に軟化効果が認められ、特に60秒刺激区において軟化の効果は14日目になっても持続していた。食肉の熟成・軟化の目安となる3万ダルトン成分の出現は、電気刺激区では3日目で、対照区の5日目よりも早かった。また、トロポニンTの分解は、電気刺激区では5日目から始まり、対照区よりも早かった。電気刺激は食肉に含まれるプロテアーゼなどに対しても活性化を促すことも分かり、食肉の呈味を構成している成分であるペプチド量は多く、遊離アミノ酸のうちグルタミン酸も多かった。更に呈味成分に関係するイノシン酸は、その減少の仕方は電気刺激区の方が緩慢で、高値を維持した。

電気刺激による食肉の色調は、明るさを示すL\*値では、高い値(42.19以上)となり、明るい色調を示した。赤味を示すa\*値も高い傾向にあった。しかし、色調においてはメト化が早くなる場合もある。特に90秒間と長くなるとこの傾向が現われやすかった。

色調に一番効果的であったのはホルスタン経産牛の場合で、電気刺激を行った方が明るく、赤味の保持は長く、メト化は遅かった。このように電気刺激は条件によりその効果は異なるが、多くの点で良い結果が得られた。

### 発酵ソーセージに関する研究：

発酵ソーセージは、ヨーロッパの伝統的な食肉製品で、一般的に非加熱である。我国において、発酵ソーセージは乳酸発酵のため酸味や発酵臭のため好まれなかったが、現在は多くの人々に受け入れられて来ている。しかし、我が国における生産量は極めて少ない。十勝は綺麗で乾燥した空気があるので、非加熱（乾燥）食肉製品の製造には適していると考えられる。

発酵ソーセージ製造の重要な点はスターターカルチャーを用いることと、温度と湿度の管理である。ケーシングは40mm径で、最初の3日間は20℃で乳酸菌を増殖させる。スターターカルチャーを添加すると、3日目の乳酸菌数は $10^8$ ~ $10^9$ cfu/gまで増加して優勢菌となり、pHは4.5~5.3まで低下し、他の有害細菌の生育を抑制した。その後温度を15℃に下げて4~5週間目まで熟成・乾燥させた。湿度は80%からはじめ、最後には65%まで徐々に低下させて乾燥させる。急激な湿度の低下は大皺や陥没あるいは内部の空洞化を起こすので、湿度管理は最も重要である。製品ではスターターカルチャーの種類によりpHは4.5~4.8と異なったが、低いものでも評価は良かった。また、かびや酵母を表面に接種すると、pHは上昇して大腸菌群が生存したが、接種する日を遅らせることにより、陰性とする事が出来た。

発酵ソーセージは15~20℃の中温で熟成させるので、旨味や風味に関与するペプチド量は100g当たり876~964mgまで増加し、総遊離アミノ酸量は100g当たり609~764mgと大きく増加した。28~35日目の乾燥でAwは0.80~0.84まで低下し、室温保存が可能な製品となった。

現在は表面にかびを接種したタイプの製造と研究を行っており、十勝の業者により製品は販売されている。

### 骨付き生ハムに関する研究：

「生ハム」と言う食肉製品の定義は、日本農林規格や食品衛生法に基づく食肉製品の規格基準にはないが、一般に使われ、食べられている。我が国ではロース肉を用い短期間に製造するタイプであるが、ヨーロッパでは古くから製造されている。近年、スペインの科学者などによる研究報告が多数あるが、日本語によるマニュアルなどはほとんどない。そこで本来の骨付き生ハムの製造とそのデータを得るために実験を行なっている。

原料豚肉は脂肪のついた体重の大きく皮下脂肪の厚いものを使用する。塩漬は気温が

10℃以下になる頃から始める。食塩の量は肉重量の10%充分であるが、塩漬期間は1kg当たり1日で、11～13日である。除塩・乾燥後は別室で湿度70～80%で2.5～3ヶ月行ない、洗浄・乾燥に移る。脂肪の塗布は4～5ヶ月目に行なう。これにより、全体が脂肪で覆われるため、水分の蒸発は緩慢となり、内部では水分と塩分が時間をかけて平衡化され、均一となる。生ハムの乾燥・熟成は、表面の観察と熟成庫内の温度・湿度を管理し、換気等にも注意しながら、1年1.5年更に2年まで行う。

製品の細菌数は表面では0または30以下で非常に少ない。内部の細菌数もほとんど0であるので、生ハムの熟成は主に食肉由来のプロテアーゼによることが分かる。タンパク質の分解によるペプチドおよび遊離アミノ酸量は時間の経過と共に増加し、これらの酵素は2年を経てもなお活性が認められた。分析は4つの筋肉部位(大腿二頭筋;BF, 大腿四頭筋;QF, 半膜様筋;SM, 半腱様筋;ST)について行なった。1年から2年熟成における食塩濃度は脂肪の多いSTが低く、水分含量は同様にSTが低い値であった。水分活性は0.80から0.86で常温保存が可能であった。亜硝酸根量も1ppmより少なくいものであったが、切断面の肉色は好ましかった。しかし数時間空気にさらすと褐変しやすかった。

ペプチド量は熟成期間により異なるが、100g当たり1,277～2,278mgであった。総遊離アミノ酸量は100g当たり2,496～3,942mgであった。個々の遊離アミノ酸ではGluとAla, Leu, Lysが特に多く、GlnとCys以外の他の遊離アミノ酸量も熟成により増加した。これはアミノペプチターゼが1年あるいは2年の長期に亘り活性を保持したためと考えられた。

## 肉醬に関する研究：

現在、一般に大豆から作られる醤油が我が国における調味料の主体であるが、大昔には「ししびしお」と言われる食肉を発酵させた調味料があった。そこで豚挽肉や鶏挽肉に麴と塩、さらにプロテアーゼを加えて、30℃で発酵させ調味量を得た。塩は15, 20, 25%の3種類、挽肉だけの場合と挽肉に水を5割加えたものを試料とした。一般細菌数は経時的に減少し、3ヶ月目に300以下になったが、水を加えたものは $10^2$ cfu/g存在した。豚肉からの回収率は30～55%、水を加えたものは56～79%であった。ペプチド量は3～7%、遊離アミノ酸量は4.4～8.9%であり、水を加えない方が多く高く、臭みもなく良い味であった。食塩濃度は初日で20～26%と計算値よりも高い値であったが、3ヶ月後の製品では20～23%の範囲であった。このように食塩濃度が初日よりも低下するのは、タンパク質の分解によるペプチドや遊離アミノ酸量の増加により、食塩の溶解度が下がることが塩の結晶生成から考えられた。

**未利用食肉資源の利用に関する研究：**

北海道ではエゾシカの個体数増加に伴い有害獣として駆除されるものが増加している。そこで、こうしたエゾシカの骨格筋の食肉として利用を推進するために、熟成中の色調の安定性や硬さについて検討を行っている。また、都会だけでなく全国的な問題となってきたカラスについても食肉などの利用の可能性について調べるために北海道中川郡池田町の協力で野生のカラスを捕獲してもらい、その肉質についての検討も行っている。

**最後に：**

帯広畜産大学は文部科学省の21世紀COEプログラムにおける生命科学分野に「動物性蛋白質資源の生産向上と食の安全確保-特に原虫病研究を中心として-」という課題名で応募し、拠点に選定されました。その課題の中で、当研究室は、食肉生産および製品に関わる分野に参画しています。我々の教育研究活動は帯広畜産大学ホームページ (<http://www.obihiro.ac.jp/>) の中でも公開しているので、興味のある方は、是非、ご覧ください。