総 説

英国における食肉研究事情

鈴木 敦 士*

Review of Current Research in Meat Science in United Kingdom

Atsushi SUZUKI*

* *Laboratory of Biochemistry and Technology of Animal Products, Faculty of Agriculture, University of Niigata, Igarashi nino-cho, Niigata, 950-21*

著者は、1982年10月より、1983年6月までの9か月間、文部省在外研究員として、英国の食肉研究所（Meat Research Institute, 以下 MRI）で研究する機会を得たので、その間の印象や経験をもとに、この研究所の組織や研究動向を紹介したい。それによって、英国における食肉研究の現況を伝えることができれば幸いである。

1. MRI の所在地及び組織と活動

MRI は、ロンドンの西 200 km、英国西南部のブリストル市の郊外、ラングフォードという町にあり、ブリストル大学 獣医科大学のキャンパスの一角に位置している。1922 年にケンブリッジに設立された低温研究所から、1967 年に、食品研究所（Food Research Institute, ノリッジ市にある）とともに分離独立したものである。研究所の外観を図 1 に示す。

MRI は、Agricultural Research Council (ARC) 直轄の研究所の一つであり、A. J. Bailey 所長以下、約 100 名の研究員を含む、約 200 名の職員と次に示す 6 つの部門から構成されている。

Animal Physiology Division
Engineering and Development Division
Food Quality Division
Muscle Biology Division
Analytical Chemistry Division
Administration Division

MRI の施設には、各実験室の他に、正規の屠場、解体室、貯蔵用恒温室、肉を冷却、凍結、解凍及び加工す

Fig. 1 Meat Research Institute

るためのパイロットプラント、調理室、官能検査室などがある。

MRI はその設立以来、食肉に関する基礎から応用に至る研究により、肉の科学や加工技術の発展に貢献している。英国がヨーロッパ経済共同体（EEC）に加盟してからは、ヨーロッパの食肉研究所との共同研究も活発に行なわれるようになった。又、ブリストル大学獣医科大学との協力により、Meat Science コースの修士課程学生の教育も行なえるようになっている。

2. 研究動向

MRI の研究は、以下に示す 6 つの大プロジェクトから成り立っている。

1) 品質の高い食肉の効率的な生産と、屠殺過程での肉質の維持に関する研究。

2) 生体や枝肉の組成を推定する方法の開発、ならび

* 新潟大学農学部畜産製造学教室（〒 950-21 新潟市五十嵐二ノ町 8050）

に新しい屠殺法や包装法を利用し、肉畜からできるだけ高収率、高品質の肉を得る方法の開発。

- 3) 屠場での枝肉処理中の衛生管理及び流通過程での食中毒と食肉腐敗の防止に関する研究。
- 4) 食肉生産における冷却、凍結及び解凍といった unit operation のための基礎的データの集積、ならびにその工業的規模への応用に関する研究。
- 5) 食肉の塩せき (curing) と品質及び安全性についての研究。
- 6) 食肉の特性 (テクスチャー、保水性、風味、色) を正しく評価する方法の開発、ならびに特性に影響を与える各種要因に関する研究。

3. 研究内容

前述の大プロジェクトのもとに行なわれている主な研究についての概要を項目ごとに紹介する。

1) 屠殺前の肉畜の取り扱いと肉質の問題

屠殺前の肉畜の取り扱いが肉質にどのような影響を与えるかという観点から、Dark cutting beef 又は pork, PSE (pale, soft, exudative) pork, ならびに羊の blood splash の3つが取りあげられている。

Dark cutting は、死後の極限 pH が下がらない場合 (pH 6.0 以上にとどまる) に生じ、保水性が高いために、酸素の筋肉内部への拡散が遅く、酸化ミオグロビンの形成が悪いために肉色が暗赤色となったものである。屠殺前の筋肉中のグリコーゲンの量や、筋肉や肝臓中の脂肪の量が影響する。屠殺前に肉畜に与えられるストレスの結果、グリコーゲンが消費された場合、又、脂肪分解を抑制するカテコールアミンの分泌が増加した場合に dark cutting が起こりやすくなる。脂質の分解を促進する薬品 (特にカフェイン) を注射すると、dark cutting meat の出現を阻止することができる¹⁾²⁾。

PSE 肉は、屠殺後の屠体の温度が高い間に、筋肉の pH が異常に速く低下した場合に起こる。ミトコンドリアや筋小胞体の Ca^{2+} 調節能力が低下し、筋原線維中に遊離 Ca^{2+} が増え、急激な死後硬直を起こすためと考えられる。主に平滑筋に作用するオキソトシンのような脳下垂体ホルモンを与えると、筋肉の pH 低下速度を遅くするので、PSE 豚の発現が阻止されるという結果を得ている³⁾。

Blood Splash は、羊の肉に見られる血液斑点のことである⁴⁾。屠殺法の効果・効率と羊肉中の血液斑点の出現との関係について研究を進めている。植物性のクマリン (出血死を起こす) の摂取、温度、湿度、屠場での運動、ストレス、輸送法、家畜小屋の構造、との関係を研究し

ているが、これといった結論は得られていない。

2) 成長効率と枝肉組成のホルモンによる制御

雄牛と雌牛を使い、去勢又は性ホルモン処理した時の、成長効率、生体の物理的及び化学的組成、販売可能な肉の歩留り、血漿ホルモン濃度への影響、についての基礎的なデータを得るために、去勢雄牛と去勢しない雄牛、卵巢切除雌牛と未処理雌牛、去勢+性ホルモン処理雄牛と未処理雄牛、の組み合わせにより研究を進めた。

未処理の雄牛の方が、去勢牛や雌牛に比べて、赤肉の割合が高く、エストロゲンやアンドロゲンという同化ホルモンの効果が認められた、しかし、その生理的機構については不明な点が多い¹⁾。

更に、雌牛の赤肉 (繁殖や泌乳には必要ないと考えられている) の生産効率を改善する方法、又、代謝、枝肉組成及び肉質を支配する神経内分泌要因についての研究も進められている。

赤肉の多い *Pietrain* 豚は、体脂肪が動き易く、これが赤肉の発達につながっている。*Pietrain* 豚は、脂肪の多い *Large White* 豚に比べてインシュリンの分泌が少なく、この差が脂肪沈着の速さの差となるらしい⁵⁾。

悪性高熱症豚の血流と、肝臓や筋肉中の基質の利用についての研究も進められている。悪性高熱症豚群では、遊離脂肪酸の利用が低下し、これが dark cutting 症の原因ではないかと考えられている。又、エネルギー源の供給という見地から、組織への血液供給の重要性も指摘されている²⁾⁶⁾⁷⁾。自律神経と副腎髄質ホルモン系が、エネルギー源の代謝と沈着を支配する点で、又、血管の活動を制御する点で重要である。これらの研究が、豚、牛、羊のストレスへの反応との関係で、又、屠場での動物の取り扱い方や、屠殺方法の効率との関係で重要になってきている。

3) 冷却と貯蔵に関する問題

枝肉及びカット肉の冷却、凍結、解凍における熱の移動機構について研究し、食肉工業界の要望に対処しようとしている。

(i) 冷却

仔牛の枝肉の冷却速度に関する研究が、Cold shortening (冷短縮)^{*1} と結びつけて進められ、冷却開始後、最初の 10 時間は、冷却室の温度を 8°C 以上に維持するならば、枝肉のどの部位にも toughening^{*2} は生じないことが判った⁸⁾。電気刺激を行なった場合の冷却速度についても研究を進めている。

(ii) 凍結

骨を除去した肉塊を商業規模で凍結するのに好適な条

辻を研究した結果、凍結に使用する冷風の温度は -30°C 、風速は5 m/秒がよいことが判った。この場合、15 cmの厚さの肉塊の中心温度は、24時間以内に -7°C になる⁹⁾。

(iii) 解凍

梱包していない肉の塊を、空气中及び真空中で解凍するための研究を行なった。15 cmの厚さの肉塊を、24時間かけて解凍する場合、 10°C あるいは、それより高い温度の真空中での解凍が良い、又、空気解凍の場合、秒速3 m以上の、 20°C の温風をあてるのが良いことが判った。15 cmの厚さの肉塊をカートンボックスにに入れて封をした場合、48時間で解凍するためには、秒速3 m以上、 20°C の温風を常に供給することが必要である¹⁰⁾。

4) 肉の組成の物理的測定法

動物を殺さずに、その枝肉組成を予測するための物理的方法の開発が行なわれている。超音波を利用した脂肪の厚さの測定方法には2通りある。超音波パルスの反射を利用して測定した生体の脂肪の厚さは、枝肉の切断面から推定した値と同程度の精度があることを明らかにした、又、超音波の伝わる速さの逆数と脂肪の沈着率の間に相関のあることが判った¹¹⁾。 γ -線の減衰速度を、筋肉と脂肪組織の混合物中の脂肪量の推定に利用しようという研究も進められている。

熱の移動と、肉質や組成を結びつけた、肉の物理的性質についての研究が行なわれている。超音波の伝わる速さは、肉が凍結されると劇的に増加するので、速度を測ることにより、凍結された肉中の水の量が判る。又、熱変性、凍結及び解凍処理した肉の核磁気共鳴(NMR)を測定し、肉中の水の状態を知るための基礎的データを得ている¹²⁾。

5) 牛枝肉の温屠体除骨と電気刺激

電気刺激(Electrical Stimulation, 以下 ES)を行なった場合と行なわない場合の、温屠体除骨(Hot Deboning, 以下 HDB)の適用性について、実用化規模で次の4組の実験を行なった。i) ES後、HDBを行なって直ちに冷却、ii) ES後、24時間急速に冷却してから冷屠体除骨(Cold Deboning, 以下 CDB)、iii) HDB後、ゆっくり冷却、iv) 慣例通りの48時間冷却後、CDB。ESは、内臓を除去した屠後30分後の枝肉に、700 V、25 パルスの電圧を22秒かけることにより実施した。その結果を以下に記す。i) HDB肉のpHは、包装時(死後2時間目)、ES処理すると0.3低かったが、貯蔵の最終時(1°C 、7日目)には、差が認められなかった。ii) ES処理した枝肉からの肉は、死後10日目でも柔らかかった。iii) 肉の上面の色は、ES処理を行なうと均一

となり、白味も少なかった、又、drip lossも小さかった、iv) 貯蔵各段階で蒸発によって失われた水分に差があったけれども、真空包装した肉では、HDBとCDBとの間に差がなかった。しかし、一週間貯蔵後、小売用にカットした場合、HDB肉はトリミングが少なくすみ、小売肉の歩留りは高かった。v) HDBの場合、冷却コストが節減でき、全体の処理速度を上げることが可能である。vi) 微生物学的には、HDB肉は、包装の時点で、CDB肉よりも細菌の数が多かった。このことは、貯蔵中、細菌の成育がCDB肉よりも高いことを示している。これを防ぐためには、HDB肉は、すみやかに、かつ効率よく冷却されることが望ましい¹¹⁾。

枝肉を急速冷却する場合、Cold shorteningをさけるために、ESを導入する必要がある。ES処理は、ATPの分解や糖代謝を促進し、正常な死後硬直の開始時間を短縮することができる。このことは、貯蔵中に肉の柔らかさを改善する自然の熟成過程の促進につながり、通常の2週間の懸吊で得る柔らかさと同じものを、2~3日で達成できる¹³⁾。

MRIの開発による、skin packing machineによる包装法は、HDB肉を、あたたかいうちに真空包装して冷却する方法であり、凍結しても色調を損なうことのないのが特徴である¹⁴⁾。

また、屠場における作業上の安全性の点から、高電圧のESに代わる、低電圧によるESについても研究が進められている。

6) 食肉の微生物に関する問題

畜肉の汚染源や細菌による生産物の研究が行なわれている。食中毒を起こした肉及び肉製品から分離した細菌のうちの86%がエンテロトキシン生産性であった。*Clostridium perfringens*は、他の*Clostridium*属のものに比べて、低濃度の酸素に耐性があり、酸化還元電位を、*Cl. botulinum*が成育し、毒素の生産を可能にするまで低下させることができた¹²⁾。*Cl. botulinum*については、毒素生成と熱、pH、塩せき剤、貯蔵温度との関係が研究され、又、その成育を確認する方法の開発が進められている。

生肉、真空包装肉及び塩せき肉を冷蔵中に、微生物の成育に伴って変化する化合物についての研究から、次の結果を得た¹³⁾。i) 5°C で貯蔵した正常のpHを示す肉のhead space中に、硫化水素(H_2S)、メチルメルカプタン(MM)、ジメチルサルファイド(DMS)、ジメチルジサルファイド(DMDS)の4つの揮発性含硫化合物の存在を認めた。又、真空包装肉中のMMとDMDSは

腸内細菌の存在と関係し、 H_2S と DMS が腸内細菌ならびに乳酸菌の存在と関係することが判った。ii) 真空包装した正常及び高い pH の牛肉では、*Brochothrix thermosphacta* や *Serratia liquefaciens* によって、減菌肉中では、肉の中に存在する酵素によって、酢酸が作られることが判った。iii) *B. thermosphacta* によって作られる腐敗化合物として、グルコースからの酢酸、アセトイン、2,3-ブタンジオール、バリンからのイソ酪酸、ロイシンからのイソパレリアン酸が確認されている。

その他、熱、冷却、乾燥、放射線照射などにより、細菌が受ける影響についての研究が、大腸菌やサルモネラ菌を使って進められている。

7) 肉の食味特性に影響する要因

(i) 熟成期間

生肉を凍結する前にどの程度熟成させるかということが、肉の硬さに影響する。食肉会社の標準では、牛肉の場合、2~6日間の熟成を行なうが、ロイン部が影響を受け易く、機器による測定で、測定総数の30%が硬いという結果を得た。熟成期間を14日に延ばすと、硬いものは5%に減り、28日後にはゼロになった¹⁾。

(ii) ホルモン投与

300 mg のアンドロジェン (trebolone acetate) と 45 mg のエストロジェン (hexoesterol) を屠殺前の90日間投与した去勢雄牛のロイン部の肉について研究した結果、無投与区に比べて、風味や多汁性には差が認められなかった¹⁾。

(iii) 飼料蛋白質

菜種が、EC 諸国での油糧種子穀物としての主要な地位を占めるようになったため、蛋白質に富む油粕の飼料としての利用を考える必要が生じた。菜種粕を給与した豚と、大豆粕を給与した豚の、肉色、風味、テクスチャーのいずれにも有意差は認められず、ローストした場合に、いずれも良い食味性を示した¹⁾。

(iv) 脂肪量

大変赤肉の多い豚肉と、やや赤肉の多い豚肉の間の、柔らかさと風味には差がなかったけれども、赤肉の大変多い肉は、多汁性に乏しいと判定された¹⁴⁾。

(v) 品種

Texel, Dorset Down, Suffolk, Oxford, Cotswold 及び Southdown の6種の羊肉の食味特性を比較した結果、色、テクスチャー、風味、多汁性に品種間の差は認められなかった¹⁾。

8) 筋肉及び食肉の構造と生理学に関する問題

食肉組織との関係から、収縮蛋白質の相互作用の機構

Fig. 2 Cross-linking of actin filaments by heavy meromyosin

The cross-links usually take the form of diagonal rungs implying an antiparallel arrangement of filaments (a), but occasionally V-shaped links indicative of parallel filaments are also seen (b).

及び相互作用に影響する要因を明らかにしようと試みた。

(i) ミオシン及びヘビーマロミオシンと細い線維との相互作用

ミオシン分子は2つの球状の頭部を持ち、そのおのおのはアクチンと結合できる。一般にミオシンの2つの頭部は、同じ細い線維上にある隣接したアクチンと結合すると信じられている。しかし、MRI では、同じミオシン分子の2つの頭が、異なる細い線維上のアクチン分子と結合するという、“two-filament interaction” 説を提唱した。電子顕微鏡による観察から、ヘビーマロミオシンが、図2に示すようなアクチンとの架橋を作ることが判った。この試験管内での two-filament interaction は、生体内で起る可能性もある。アクチンとミオシンを混ぜた時の粘度の劇的な増加は、少なくともその一部は、two-filament interaction のためではないだろうか¹⁵⁾。

(ii) 太い線維の脱重合

太い線維は、主にミオシンからできているが、その詳細な構造は完全に解明されているわけではなく、いくつかの未知の成分を含んでいる。塩を加えると、分離しておいた場合でも、あるいは筋原線維のままでも、太い線維は脱重合を起こす。この分解過程は、ミオシンと他の構成成分との結合関係を反映し、新しい構成成分を見出そうとする研究を促進する。脱重合は、太い線維の両端から中央の H-zone に向かって進む。両端が除去された後、C-蛋白質^{*3}が結合していた領域はほどこけ、更に塩濃度が増すと、残りの線維が脱重合を起して H-zone に “Stub” と呼ぶものが集まる。丁度よいイオン強度を選ぶと、両端の無い線維と “Stub” の中間にあたる、安定で部分的に解重合した中間体を作ることができる。この標品のイオン強度を下げると、解重合した成分の再配列が可能になり、この合成ミオシン線維の成長の機構は、生体内での太い線維の形成機構の研究に手がかりを与え

る¹⁶⁾。

(iii) 死後硬直の発現と肉の硬さ

哺乳動物の筋線維は、好氣的条件下では、死後硬直の開始が遅くなる、又、硬直開始時間の温度依存性をみると、10~15°Cで一番遅く、2°Cでは一番早い。2°Cで異常に早く硬直に入るが、これは Cold shortening のためである。硬直による硬さの増加と、ATP濃度の減少は数時間にわたって持続する。一方、単一線維の場合は、硬直開始から最大硬直に達するまでの時間は短かく(20°Cで約10分)、ATP濃度の減少も速い。多くの線維から成る線維束で、最大硬直に達するまでの時間がかかるのは、線維束を構成するおのおのの線維におけるATP再生力に差があり、ATPの保持能力も異なる結果である¹⁾。

細胞膜を除去した哺乳動物の適当な大きさの筋肉は、ATPが欠乏すると急速に硬直する。この筋肉を適当な溶液に浸すと、強い硬直を保つことができる。しかしCa²⁺濃度が0.5 mM以上になると、硬さが急速に失われる。Sr²⁺にも同じ効果があるがMg²⁺にはない。硬さの低下は、Ca²⁺の濃度を下げても元に戻らない、又、この現象のpH依存性とインヒビターについての研究から、この硬直の低下は、セリンプロテアーゼのCa-活性化酵素(CAF)又は、カテプシン系の酵素の作用のためとは考えにくい。この現象は、筋線維を直接測定器につないだ時には認められず、腱を介してつないだ時には認められたので、筋線維と腱を結びつける物質の分解によるのではないかと考えられる¹⁾。

9) 筋原線維蛋白質及び結合組織の構造の破壊と蛋白質分解酵素

熟成中の筋原線維蛋白質の変化をSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動により分析した結果、pH 6.0以上で起こる変化はCAFの作用によると考えられる¹⁾。この酵素はZ帯を破壊する能力を持っている。よく洗った線維を使つての自己消化実験では、0.1 mMのCa²⁺があれば、デスミンが破壊され、Z帯は可溶化した。これは、CAFのうちの、低Ca²⁺要求型の作用によるものであろう。高Ca²⁺要求型と低Ca²⁺要求型の2種のCAFの局在に関する研究も行なわれている。

コラーゲン分解能を持つ酵素として、カテプシンBとNがいろいろな動物のいろいろな臓器から分離精製されている、又、カテプシンLもコラーゲン分解能を持つと報告されている。MRIでは、特にカテプシンBとNについての研究を行なっている。カテプシンB、N、Lは、未変性コラーゲンの、ヘリックス構造を持たない末端のペプチド域を切る。コラーゲンの分子内架橋は、この末

端ペプチドに由来するので、前述のカテプシンは、線維状コラーゲンを効果的に切断することができる。カテプシンBとLは、コラーゲン以外の蛋白質やペプチドを基質として利用できるが、カテプシンNについては、コラーゲン以外の適当な基質が見つかっていない¹⁷⁾。

また、コラーゲンスポンジを皮下に移植し、細胞中に浸入させ、組織培養を行なつて、移植されたコラーゲンの分解機構を研究した。ある種の酵素インヒビターや抗炎症剤が、この分解を抑制することから、中性プロテアーゼと酸性プロテイナーゼの2つがコラーゲン分解に関与しているものと考えられる¹⁸⁾。

10) 結合組織に関する問題

筋肉内の結合組織の明確化及びその変化について研究した。5種類のコラーゲンのうち、4つの筋肉内での分布を明らかにした。即ち、タイプIは、筋外膜と筋周膜に、タイプIIIは筋周膜に、タイプIVとVは筋線維内鞘に分布することが判った。肉組織中でのコラーゲンの多形性の役割を研究するため、筋肉と他の組織中に存在するコラーゲンの相対的量を比較した結果、タイプIIIコラーゲンが硬い肉の中に認められた。タイプIIIコラーゲンは、S-S結合やリジン誘導体の架橋によって安定化され、肉の硬さに大きな役割を果すのかもしれない¹⁹⁾。

筋肉内コラーゲンの架橋の度合と型が肉組織にとって重要なことは確立されている。シッフ塩基の架橋の化学はよく研究されているが、それは成熟した組織に見出される安定な非還元性の架橋形成への中間体にすぎない¹⁹⁾。成熟した牛の腱のコラーゲンから得た架橋ペプチドについての研究から、この架橋網目構造に含まれる2つの主要なペプチドは、 $\alpha_1\text{CB}_6$ と $\alpha_1\text{CB}_5^{*4}$ であり、その重合したペプチドは、1~8の $(\alpha_1\text{CB}_6)_2-(\alpha_1\text{CB}_5)$ 単位を含んでいることを明らかにした¹⁾。

MRIの所長のA. J. Baileyは、コラーゲン研究の専門家であり、病氣とコラーゲンについての研究も進めている。例えば、脚の弱い豚の関節軟骨から、タイプMという新しいコラーゲンを分離している。このコラーゲンの分子量は100 000、メルカプトエタノールで還元すると30 000になる²¹⁾。軟骨中での分布と役割についての研究が進行中である。

11) ストレス感受性の生化学

豚のストレス症候(PSEと悪性高熱症)は、筋原線維のATPaseを活性化するCa²⁺の増加によって引き起こされ、正常群に比べて、速い解糖速度を産みだすと考えられている。ストレスに弱い系統の豚(Pietrain系)

と感受性のない系統の豚 (Hampshire 系) の背最長筋から、ミトコンドリアと筋小胞体を調製して研究を進めた。

ハロセン感受性豚^{*5}のミトコンドリアは、ハロセン非感受性 (正常) 豚のミトコンドリアに比べて、多量の Ca^{2+} を含んでいた。これは前者の高い遊離 Ca^{2+} レベルを反映したものである。ミトコンドリア内の Ca^{2+} 量は、筋肉 pH の死後の低下速度、肉質及びハロセン感受性と密接な関係があった¹⁾²²⁾。

ハロセン感受性豚のミトコンドリアによる、 Ca^{2+} 活性化コハク酸の酸化の遷移温度は、正常に比べて 9°C も高かった。遷移温度の差は、ホスホリパーゼの阻害剤であるスベルミンによって消滅した。これは、 Ca^{2+} によって活性化されるホスホリパーゼ A_2 が遷移温度の差をもたらすことを示している。ハロセン感受性豚のミトコンドリアは、内部に長鎖の脂肪酸を非感受性豚よりも多量に含み、ホスホリパーゼ A_2 活性も 2 倍である。

ハロセン感受性 及び 正常豚から分離した筋小胞体の Ca^{2+} 集積能力は、ハロセン感受性豚のミトコンドリアにより低下させられた。しかし、ハロセン非感受性豚のミトコンドリアは何んの効果も示さなかった。この効果は、ミトコンドリアの Ca^{2+} 活性化ホスホリパーゼの作用によってできた脂肪酸のためである²³⁾²⁴⁾。

ストレス感受性を抵抗性と区別するための信頼できるスクリーニング法を確立するために、種々の生化学的テストが行なわれた。ミトコンドリアからの Ca^{2+} の流出を測定する簡単な方法が開発されないと実用化は困難である。一方、血液を出発物質とするための努力が行なわれている。滲透圧ショックを与えると、ハロセン感受性豚の赤血球膜は正常豚の赤血球膜よりも脆弱となる。そして、この赤血球の脆弱性は、ストレス感受性豚を特徴づける他のパラメーターと一致している。又、両タイプの豚の赤血球の ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)-ATPase についての研究も進められている、この酵素が、赤血球の Ca^{2+} 輸送系と強い関連を持っているためである¹⁾。

以上、MRI での研究内容の概要を、著者の理解の範囲内で紹介した。基礎から応用に至るまでの研究が活発に行なわれていることに深い感銘を受けた。

註

*1 Cold shortening

動物を屠殺して死後硬直が始まる前に、急激に屠体を低温条件下に置くと、硬い肉になること。

*2 toughening

肉が硬くなること。

*3 C 蛋白質

筋原線維の太い線維を構成する蛋白質の 1 つ。分子量は 13.5 万で、太い線維上に周期的に存在する。

*4 $\alpha_1\text{CB}_6$, $\alpha_1\text{CB}_5$

CB_6 とか CB_5 の後の番号は、 α_1 成分を、臭化シアン (CNBr) で切断したペプチドを、クロマトグラフィーで分離したときの溶出順を表わす。

*5 ハロセン感受性豚

吸入麻酔薬ハロセンに対して感受性の高い豚。感受性が高いということは、ストレスに弱いということになる。

文 献

本稿を執筆するにあたり、MRI の Biennial Report を参照した、従って、特定の文献を記載しなかった箇所は、この Report を参照されたい。

- 1) *Meat Research Institute Biennial Report*, 1979-1981, (Agricultural Research Council), (1982).
- 2) LISTER, D., GREGORY, N. G. and WARRIS, P. D.: *Developments in Meat Science-2* (Applied Science Publishers, London), p. 61 (1981).
- 3) SPENCER, G. S. G., WILKINS, L. J. and LISTER, D.: *Experientia*, **37**, 152 (1981).
- 4) SPENCER, G. S. G.: *J. Sci. Food Agric.*, **30**, 1108 (1979).
- 5) GREGORY, N. G., WOOD, J. D., ENSER, M., SMITH, W. C. and ELLIS, M.: *J. Sci. Food Agric.*, **31**, 567 (1980).
- 6) HALL, G. M., LUCKE, J. N. and LISTER, D.: *Br. J. Anaesth.*, **52**, 165 (1980).
- 7) HALL, G. M., LUCKE, J. N., LOVELL, R. D. L. and LISTER, D.: *Br. J. Anaesth.*, **52**, 11 (1980).
- 8) BAILEY, C. and JAMES, S. J.: *Meat*, **52**, 38 (1979).
- 9) BAILEY, C.: *Meat*, **52**, 39 (1979).
- 10) JAMES, S. J. and CREED, P. G.: *Int. J. Refrig.*, **3**, 237 (1980).
- 11) TAYLOR, A. A., SHAW, B. G. and MACDOUGALL, D. B.: *Meat Sci.*, **5**, 109 (1981).
- 12) SKJELVALE, R., STRINGER, M. F. and SMART, J. L.: *J. Appl. Bact.*, **41**, 329 (1979).
- 13) DAINTY, R. H. and HIBBARD, C. M.: *J. Appl. Bact.*, **48**, 387 (1980).
- 14) WOOD, J. D., MOTTRAM, D. S. and BROWN, A. J.: *Animal Prod.*, **32**, 117 (1981).
- 15) TRINICK, J. A. and OFFER, G. W.: *Proc. 8th European Meeting on Muscle and Motility*, p. 33 (1979).
- 16) TRINICK, J. A. and COOPER, J. A. M.: *J. Mol. Biol.*, **141**, 315 (1980).
- 17) ETHERINGTON, D. J.: CIBA Foundation Symp. 75 (Excerpta Medica, Amsterdam), p. 87

- (1980).
- 18) ETHERINGTON, D. J., SILVER, I. A. and RESTALL, D. J.: *Br. J. Exp. Path.*, **60**, 549 (1979).
- 19) SIMS, T. J. and BAILEY, A. J.: *Developments in Meat Science-2* (Applied Science Publishers, London), p. 29 (1981).
- 20) DUANCE, V. C., BLACK, C. M., DUBOWITZ, V., HUGHES, G. V. R. and BAILEY, A. J.: *Muscle and Nerve*, **3**, 487 (1980).
- 21) SHIMOKOMAKI, M., DUANCE, V. C. and BAILEY, A. J.: *FEBS Lett.*, **121**, 51 (1980).
- 22) CHEAH, K. S. and CHEAH, A. M.: *FEBS Lett.*, **107**, 265 (1979).
- 23) CHEAH, K. S. and CHEAH, A. M.: *Proc. 1st European Conf. on Bioenergetics*, Urbino, Italy, p. 397 (1980).
- 24) CHEAH, K. S. and CHEAH, A. M.: *Biochim. Biophys. Acta*, **634**, 70 (1981).

(昭和59年2月2日受理)

新刊紹介

Physical Properties of Foods

Peleg M. and Bagley E.B. 著

IFT-IUFoST Basic Symposium が1982年6月、ネバタ州ラスベガスで開催され、本書はその際の講演内容に基づいてとりまとめられたものである。食品加工に関する機器装置や、熱とか電気とかの Engineering については、本書では意識的に避けている。シンポジウムでのテーマは I. 電子顕微鏡、示差走査熱量計分析、II. 動物性食品、植物性食品、組立食品、焙焼食品、その他の食品に関する構造および特性、III. 食品、ドウ生地、エマルジョンの粘弾性、IV. 炭水化物の揮発性、粘着性、相変換、の4つに分類され本書に網羅されている。

1983年版 532ページ A5版

AVI Publishing Company, Inc.,

Westport, Connecticut 06881, USA