

産学共同開発「エイジングシート」と「発酵熟成肉」

村上周一郎

「熟成肉」という食肉をご存じでしょうか？ここ数年、テレビなどのマスメディアで取り上げられることも多く、一度は耳にされた方も多いかと思います。家畜の筋肉は、死後硬直によって硬化し、そのままでは食するのに適しません。そのため私たちが食する“食肉”は、と殺後、冷蔵庫内で貯蔵され、その間に肉の内在性プロテアーゼの作用によって筋繊維の分解・軟化が進み、旨味が増した状態で出荷されています。貯蔵期間は家畜の種類によって異なりますが、たとえば牛肉では10日～2週間貯蔵されます。一方「熟成肉」は、通常の食肉より長期間貯蔵することで、肉質がより軟化し、旨味も増した“食肉”です。「熟成肉」の製造方法には、「ウエットエイジング」と「ドライエイジング」があり、「ウエットエイジング」は原料となる肉を真空パックすることにより微生物の繁殖を抑え、1か月程度貯蔵することで、肉の軟化や旨味成分の増加を促進しています。一方「ドライエイジング」では、原料肉を庫内の湿度が70～90%に調節された“熟成庫”と呼ばれる特殊な冷蔵庫で貯蔵し、その間、風を肉表面にあてることなどで乾燥させ、腐敗に関わる細菌の増殖を抑制し、長期貯蔵することで熟成を進めます。その結果、肉の軟化や旨味成分の増加に加え、「ウエットエイジング」では生成しない熟成香と呼ばれる独特の芳しい香りを放つ美味な食肉へと変化し、この過程で増殖するカビが、熟成に何らかの作用を及ぼしていると考えられています。

熟成肉製造に関わる問題

このように「ドライエイジング」で製造される熟成肉は付加価値の高い食肉ですが、その製造には自然に増殖するカビの力を借りて熟成を進めるために、さまざまな問題が生じてきます。まず第1に「ドライエイジング」での製造には、時間がかかることです。これは、自然に胞子が付着し増殖するのを待つため、結果として肉全面に菌糸が張り巡らされるのに一月以上の期間を必要とします。そのため庫内のスペースの回転率が悪く、熟成期間が長期化するために肉の表面からの乾燥が進み、結果として“トリミング（肉の表面を削り落とす工程）”での廃棄量（歩留り）が増え（低下し）、それが高コストの原因となっています。また熟成期間が長期にわたるため、品質を一定にして出荷することが困難であり、安定

して多量に供給することが難しい食肉でした。何よりも、時間がかかることはさまざまな微生物が肉表面で増殖するリスクを高めるため、安全面からも問題が指摘されていました（図1左）。

「エイジングシート」開発への道

2014年6月に、大学の知人の紹介で、跡部美樹雄氏（株式会社フードイズム・代表取締役）に出会い、上述のようなお話を伺いました。実は、それまでまったく熟成肉というものを知らなかったのですが、研究対象としても魅力的であると感じ、また、氏の「熟成肉」製造に対する熱い思いから共同研究を進めることにしました。何回かのdiscussionを経て、共同研究の内容は、「誰でも」「簡単に」、そして「安全に」をコンセプトとして熟成肉を作る方法を開発することとしました。

従来の熟成肉の製造方法では、カビの胞子が自然に肉表面に付着し、発芽・増殖することを利用して熟成を進めており、これは自然に混入する蔵付き酵母を利用して醸す“昔の日本酒の醸造”に似ています。今の日本酒の醸造の現場では、当たり前ですが、純粋に培養した酵母を添加して発酵させています。熟成肉の製造においても、発酵産業の現場で日常的に行われている、“発酵に適した微生物”を“確実に植菌”することができれば、熟成期間や、品質、安全面といった問題を解決できると考え、“熟成肉の製造に用いられているカビ”を“確実に肉の表面につける方法”を開発することにしました（図1右）。

「エイジングシート」の開発

そこでまず、優良菌株の分離を試みました。実際にトリミング前のドライエイジング法で製造された熟成肉の表面にはカビ、細菌、酵母などさまざまな微生物が生息していますが、表面を乾燥させることから特にカビが優占します。熟成肉の表面で増殖している何種類かのカビを分離・同定し、生育試験の結果から接合菌亜門に属する *Helicostyrum* sp. JW-1 株を開発に用いることにしました。生育試験では、本菌をPDA平板培地上で生育させた場合、4°Cでも旺盛な菌糸の増殖と胞子の着生が観察され、25°Cでは増殖できないことから典型的な低温菌であり、また文献調査の結果、特に明らかな有害性を示す微生物でないことが分かりました。

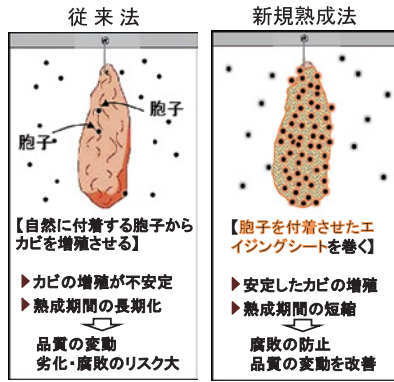


図1. 「エイジングシート」の開発戦略

次に本菌の胞子をいかにして肉表面に付着させるかを検討しました。噴き付けるなど色々考えた結果、布に胞子懸濁液を浸して乾燥させ、それを肉に密着させて巻くことで「誰でも」「簡単に」胞子を肉に付着させることが可能になります。この方法を用いれば、肉に付着する胞子の量を規格化することができ、結果として熟成期間（食べ頃）を一定にすることができます。また、用いる布の素材、胞子懸濁液の濃度、乾燥方法、製品（胞子）の安定性などを検討し、「エイジングシート」を完成させることができました。

完成した「エイジングシート」を用いてラボスケールでの熟成試験を（株）フードイズムの熟成庫で実施しました（図2）。殺菌した布で巻いた肉（コントロール）と比較して「エイジングシート」で肉を包んだ場合（下段）、10日目には十分な菌糸の増殖が観察され、21日目にはすでに胞子が着生しています。一方、滅菌した布を巻いただけのコントロール（上段）では、10日目ではほとんど菌糸体の増殖は認められず、21日目に熟成庫内で浮遊している胞子から増殖した菌糸体が観察されますが、その増殖量はわずかでした。このように「エイジングシート」を用いれば、熟成に用いるカビを安定的に増殖させることができることが分かりました。また熟成させた肉を分析したところ、熟成後1か月で、筋線維の軟化¹⁾や好ましい香気成分の生成²⁾など熟成肉としての特徴をもつ食肉が製造されていることを確認しました。以上の結果から、2016年2月に「エイジングシート」の製造に関する技術の特許として申請し（特開2017-147950）、同年7月に「エイジングシート」を製造・販売する会社として、跡部氏と（株）ミートエポックを明治大学地域産学連携研究センター内に設立、現在に至っています。また、特許関連の書類の作成から会社設立、そして補助金の申請など、さまざまな場面で明治大学生田研究知財事務室の多大なる支援を受けてきました。

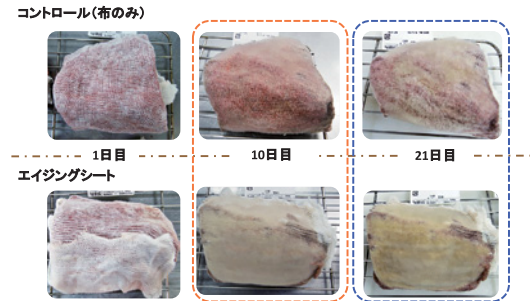


図2. エイジングシートを用いた熟成試験。（株）フードイズムの熟成庫内で実施。上段は滅菌した布を巻いたコントロール。下段はエイジングシートを巻いた試料。



図3. 「発酵熟成肉」取扱店に配布するステッカー

今後の展望

「エイジングシート」の開発によって、熟成期間の短縮化と熟成肉の品質の一定化、製造におけるコストの圧縮を達成することができました。何よりも腐敗菌によるコンタミネーションのリスクを大幅に抑え「安心・安全」に熟成肉を製造できるようになりました。このことにより、これまで難しかった品質が一定の熟成肉を大量に安定供給することが可能になり、結果として「大規模外食店での熟成肉の提供」という新しい市場開拓につながりました。また、「エイジングシート」で製造された熟成肉を「発酵熟成肉」と命名し、「発酵熟成肉」を提供している外食産業店にステッカーを配布し、ブランディングを進めています（図3）。今後は、大学の更なる支援を受けつつ、産学連携の一つのモデルとしての発展を目指します。将来、皆様が最寄りの飲食店で「エイジングシート」で製造された熟成肉を美味しく食される機会を持っていただければ、うれしい限りです。

文献

- 1) 村上周一郎ら：日本畜産学会第122回大会講演要旨, p. 185 (2017).
- 2) 山田朱里ら：日本農芸化学会2017年大会講演要旨, p. 980 (2017).