

# 牛肉加工時の端肉を用いた麴発酵食品の開発

研究開発課 葛西大介、加藤 里奈  
(有) 十勝スロウフード

## 1. 目的と概要

牛肉の精肉加工時に発生する端肉は従来、ハンバーグ等の加工食品向け原料として利用されている。この端肉に更なる付加価値を付与するため、麴を利用した牛肉発酵食品の開発を行った。

## 2. 方法

### (1) 成分分析、理化学評価及び微生物検査

一般成分は公定法に基づき分析を行った。グルタミン酸は水抽出液をバイオセンサー（王子製）を用いて測定した。可溶性窒素は TNBS 法にて測定した。硬さは 2.5cm 角に整形した試作品を 5℃にて冷蔵し、テクスチャーアナライザー (Stable Micro Systems 社、TA-XT2、Probe: 25mm φ P/25A、TestSpeed: 5.0mm/s) にて 50mm 押圧時の付加荷重を測定した。配合検討における水分含量は加熱乾燥式水分計（エーアンドディ社製、MX-50）、水分活性 (AW) は簡易水分活性測定装置（アイネクス社、Paw kit)、塩分量は Na イオン電極塩分計 (TOKO 社、Ts-999i) を用いて測定した。微生物検査は一般生菌数、大腸菌群、真菌数、黄色ブドウ球菌、サルモネラ、耐熱性菌数を公定法に基づき検査するとともに、低温腐敗菌の指標として CVT 培地を用いてグラム陰性菌を検査した。

### (2) 製造工程の検討

牛肉端肉を麴発酵させるには、麴が産生するプロテアーゼが作用しやすい温度帯（至適温度 25~35℃）での発酵が必要であり、この温度帯で有害な微生物の増殖を抑制しながら発酵を進める必要があった。このため、ハードル理論を活用して、総合衛生管理製造過程 (HACCP) 承認制度において示された食肉製品の危害原因菌の増殖を阻止することを検討した。すなわち、原料の殺菌と水分活性の低下を必須条件とし、さらに微生物抑制効果が期待できる亜硝酸 Na の添加とアルコールを産生する酵母の添加を行った (図 1)。

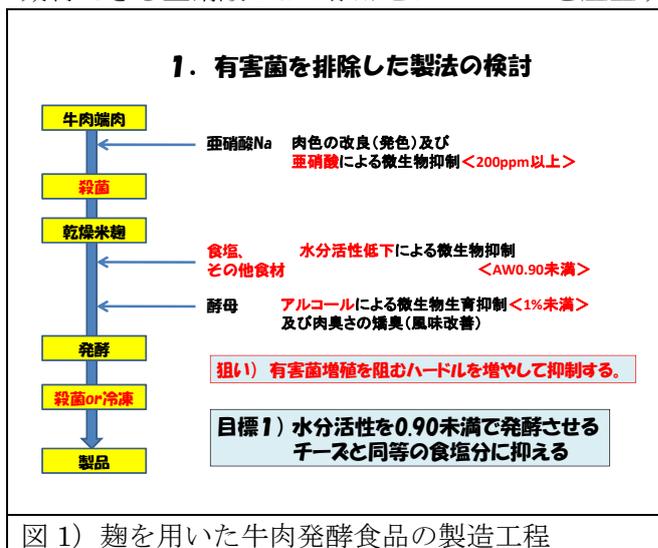


図 1) 麴を用いた牛肉発酵食品の製造工程

まず、牛肉端肉に亜硝酸 Na を添加し、ミートチョッパーにてミンチにした後、真空包装して加熱殺菌 (ボイル) を行った。この際、微生物抑制効果が期待できる亜硝酸根として 200ppm 以上が残存するよう調製し、発色による肉色改善も行った。

次に、食塩、乾燥米麴、味噌用酵母、その他食材を加えて良く混合し、水分活性を予め 0.90 未満にしてから発酵を行った。

発酵終了後は、そのまま冷凍するか、再度、真空包装して加熱殺菌 (ボイル) を行い、製品とした。

### (3) 麴発酵食品の特徴づけ

麴発酵食品は発酵期間が進むにつれ軟化食品、ペースト食品、液状食品、醬油様食品と形態が変化していく。本研究で目標とするイメージはチーズ様食品であり、味噌とは異なりそのまま食せる珍味様形態を目指した。このような食品の特徴としては、常温下で柔らかい食感を有し、且つ、グルタミン酸を主とする強い旨味を持つことが挙げられる。

そこで、そのまま食せる塩分濃度、カマンベールチーズ程度の柔らかさ、グルタミン酸量を呈するような原材料の配合、発酵条件を検討した。

## 3. 結果および考察

### (1) 塩分と水分活性の調整

予め整形が可能となる乾燥米麴配合量を決定し、麴と牛肉の混合物に食塩を添加して水分活性を調整した。しかし、食塩のみで水分活性を調整すると、そのまま食すには塩辛くなりすぎるため、食塩による塩分を3.6%に留め、その他の食材を追加することで水分活性を調整した。この結果、食塩以外に食材Aと食材Bを追加することで水分活性を0.89まで低下することが可能であった(図2)。

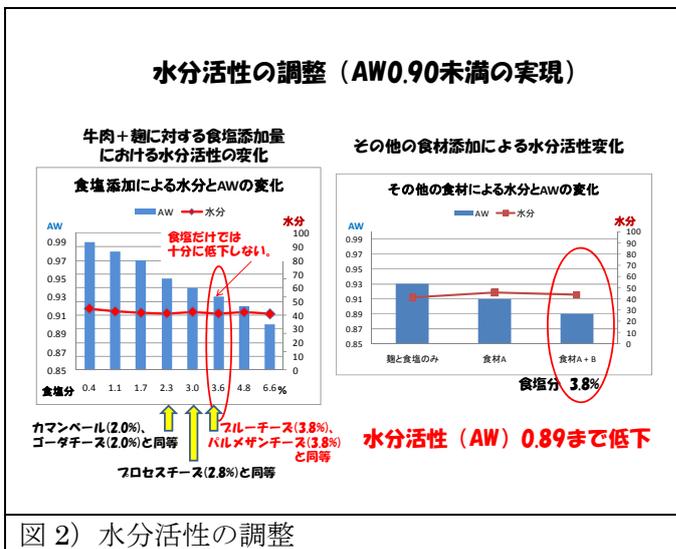


図2) 水分活性の調整

このときの塩分は3.8%となり、チーズでいえばブルーチーズやパルメザンチーズと同等の塩分濃度であった。この塩分濃度であれば、そのまま食せる珍味様食品として開発が可能であると考えられた。

### (2) 発酵中の微生物推移の確認

配合量を決定後、全ての原材料を混合し20℃にて発酵試験を行い、その際の微生物の推移を確認した。この結果、乾燥米麴、酵母に由来する真菌数は発酵中も維持されている一方で、有害微生物である大腸菌群、黄色ブドウ球菌、サルモネラ菌、耐熱性芽胞菌、低温腐敗菌は15日を過ぎても検出されず、発酵工程における汚染は認められなかった(図3)。

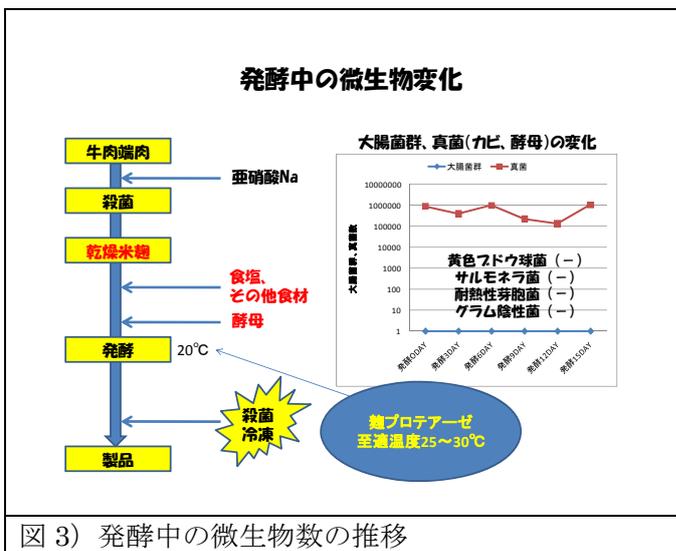


図3) 発酵中の微生物数の推移

このことから、本技術は従来の麴発酵食品(味噌)等と比べて低塩分ではあるが、有害菌の危険性が少ない製造工程として確立できたと考えられた。

また、発酵終了後はそのまま冷凍もしくは加熱殺菌により製品化されるが、冷凍の場合は食品衛生法上、非加熱食肉製品に、殺菌する場合は包装後加熱食肉製品に分類されると

考えられる。試作品はどちらの場合においても、食肉製品の成分規格をクリアしており、十分、商品化が可能であると考えられた（表 1）。

	大腸菌群	E.coli	クロストリジウム属菌	黄色ブドウ球菌	サルモネラ属菌
乾燥食肉製品		陰性			
非加熱食肉製品		100/g以下		1000/g以下	陰性
特定加熱食肉製品		100/g以下	1000/g以下	1000/g以下	陰性
加熱食肉製品	包装後加熱	陰性	1000/g以下		
	加熱後包装			1000/g以下	陰性
衛生上の意義	63℃で30分間又はこれと同等以上の加熱殺菌の指標	製造時における糞便汚染の指標	加熱後の適性冷却の指標	製造時における手指及び器具からの汚染の指標	食肉製品に関連の高い食中毒菌の指標

### (3) 試作品の旨味と柔らかさの検討

発酵中の試作品の旨味や柔らかさを評価し、カマンベールチーズのグルタミン酸量や硬さと比較して適正な発酵期間の検討を行った。この結果、試作品の可溶性窒素は 15 日を過ぎてもカマンベールチーズの半分以下であったが、グルタミン酸量は 3 日でカマンベールチーズの含有量を超えた（図 4）。チーズ中の可溶性窒素は旨味の他、苦味成分も含んでいることが知られているが、本試作品で可溶性窒素量が少なく、グルタミン酸が多いことは苦味質を伴わない旨味を持つことが推察され、官能においても同じ評価が得られた。

柔らかさは 3 日で破断荷重が大きく減衰し、カマンベールチーズの約 1.5 倍の硬さまで軟化した。その後緩やかに軟化を続け、15 日でカマンベールチーズと同等レベルに到達した（図 5）。官能評価においては 3 日でも十分に柔らかい食肉製品であったが、組織の均質感は 6 日以降で発現した。

旨味と柔らかさを総合的に判断すると、3 日では旨味が適当である反面、組織の均質感に欠け、15 日では適正な柔らかさの一方で旨味が強すぎ、いつまでも後味が残り製品としてバランスが悪かった。このため、6 日程度の発酵が味、硬さの両面でバランスが取れ、適正な発酵期間といえた。

### (4) 試作品の成分分析

発酵 6 日ときの試作品の一般成分と亜硝酸根を測定した。

一般成分分析の結果は食肉製品でありながら、麴を添加しているため、タンパク質が少なく、炭水化物が多いものとなった。エネルギーは一般的なコンビーフ製品と同等であった。また、製造工程の最初で添加した亜硝酸根は発酵中に減少し、肉加工製品の基準値 70ppm を下回った。最終 pH は 5.0 であったが、酸味は感じられなかった（表 2）。

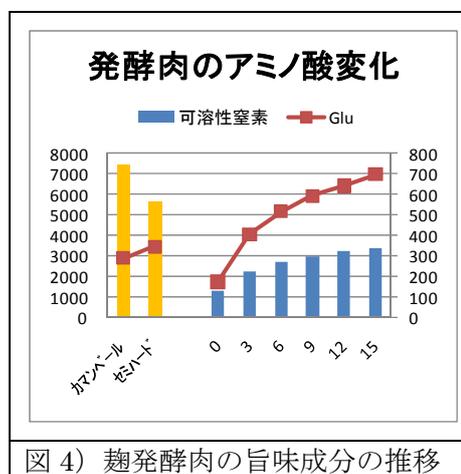


図 4) 麴発酵肉の旨味成分の推移

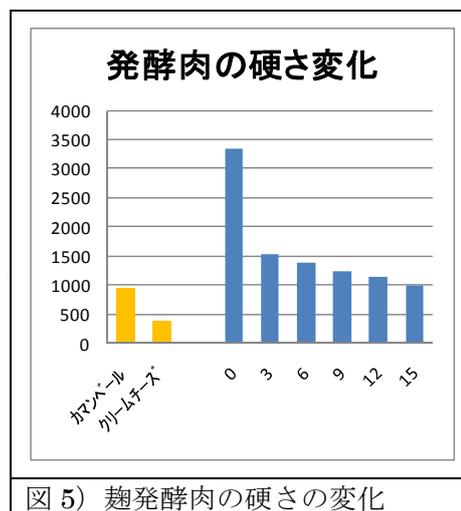


図 5) 麴発酵肉の硬さの変化

### (5) 試作品の外観と応用

試作品の外観はそのまま食せる整形食品を前提としたため、一口タイプのサイコロ状製品をひとつの形としている (図 6)。

但し、本技術による製品は旨味が強く、様々な食材との混合も可能であるため、製品の方向性 (ターゲットとする消費者、摂食方法など) を様々に変更可能で応用性の高い技術といえる。このことは、野菜などの具材を混合した発酵ハンバーグのような形態や発酵コンビーフのような形態、さらにはケーシングに詰めてソーセージ様の形態をとるなどの自由度の高い製品開発が可能と考えられた (図 7、8)。さらには、より軟化を促進し、他の食材に用いる副素材として、ペースト状食品の開発も可能と考えられた。

表 2) 試作品の成分分析結果

水分	46.8	g/100g
灰分	4.4	g/100g
タンパク質	18.1	g/100g
脂質	9.6	g/100g
炭水化物	21.0	g/100g
エネルギー	243.2	kcal/100g
Na	1494.0	mg/100g
(食塩分)	3.8	g/100g
亜硝酸根	26.6	ppm
最終pH	5.0	



図 6) 一口珍味様形態



図 7) 発酵コンビーフ様形態



図 8) ソーセージ様形態

### 4. まとめ

牛肉の精肉加工時に発生する端肉に更なる付加価値を付与するため、麩を利用した牛肉発酵食品の開発を行った。

通常麩発酵食品である味噌に比べて低塩分でそのまま食する形態のものを目標として、殺菌後に水分活性を 0.90 未満に調整して発酵させることで微生物汚染による有害菌の危険性が少ない製造工程を確立した。

また、製品の特徴づけとして柔らかくて旨味の強い、チーズをイメージした製品を検討し、カマンベールチーズ程度の柔らかさと同等以上の旨味を実現した。

本技術は原材料の配合、発酵期間等により硬さ、外観 (形態)、旨味の強さを調節することが可能なため、目的とする製品の方向性により様々な商品化が可能な自由度の高い技術と考えられた。今後、共同研究企業とともに製品の方向性を検討し、どのような形態が付加価値を生むか精査しながら商品開発を行っていく予定である。

以上