

学位論文題名

# 殺菌牛乳のおいしさに関する官能特性の解析

## 学位論文内容の要旨

本研究は新鮮な正常風味の生乳を用いて各種の殺菌、均質および膜処理条件で殺菌牛乳を製造し、それらの官能的な特徴や香気の特徴およびおいしさについて、官能評価や匂い嗅ぎガスクロマトグラフィー、センサ分析、理化学的特性の分析により客観的かつ定量的な解析を試みたものである。これらの手法により消費者の感性や市場のニーズがよりの確に把握でき、おいしい牛乳の製造条件の設定のみならず、差別化された他の新製品の開発や品質管理などへの応用が期待できる。

食品に期待される価値は、栄養、嗜好、予防の側面があり、時代とともに研究の対象、興味も変化している。しかし、いつの時代でも、食品は「おいしいこと」および市場の流通に耐えられる「衛生学的品質を確保していること」が必須条件である。

牛乳の風味に関しては、従来、生乳本来の風味である正常風味や、飼料、酵素などの種々の要因で発生する異常風味、加熱時に発生する各種の加熱臭およびUHT牛乳の保存中の風味変化などの研究が行われてきた。これらの研究では、風味の評価用語として専門用語を用いることが多いが、風味の評価方法やおいしさとの関係が不明であった。牛乳は飲用される場合、殺菌や均質処理、容器への充填や保存が行われる。従って、消費者が牛乳の風味やおいしさを判断する場合には、正常風味の牛乳が商業的な殺菌装置で殺菌されたり均質化処理を受けた場合の風味変化や、消費者がおいしさに重要と判断している評価用語による評価が大切であると考えられる。

食品の風味やおいしさは、味覚、嗅覚、視覚、聴覚、触覚などの五感の他に、食文化、食習慣、地域、温度、体調、デザインやネーミングなどが複雑に影響している。しかも、これらの評価は主観的であいまいな点が多く、官能検査もパネルの選定や実施条件による差異、簡便性、他の官能検査との比較の難しさなどの問題がある。

本研究では、商業的生産に使用される連続的殺菌装置や均質機により殺菌牛乳を製造し、その風味的特徴や嗜好に及ぼす殺菌条件、均質圧力、NF膜処理などの影響や殺菌の全工程で受けた加熱の程度を推測する理化学的特性の検討、均質処理およびNF膜処理による物性の検討を行った。官能評価では消費者が牛乳のおいしさに重要と考える風味属性評価用語を用いて、専門パネルによる分析型評価により官能特性を、また、主婦パネルによる嗜好評価によりおいしさの検討を行った。また、香気成分の評価は、GC・MSのような物質の存在量の測定だけではなく、AEDA法による匂い嗅ぎGCにより各香気成分の感覚量の測定を行った。さらに、ヒトの味および匂いの認識システムをモデル化した味センサや匂いセンサなどの感性バイオセンサにより味や匂いを分析した。評価結果を重回帰分析

や主成分分析を行い、官能評価結果と各分析結果との相関を検討することにより、牛乳の官能特性やおいしさを客観的に、また、総合的に評価することを試みた。

これらの結果、主に以下の内容が明らかになった。

- 1) 殺菌の全工程で受けた加熱の程度を推測する指標としては、乳清蛋白質変性率およびレンネットピリティーが適当であり、130℃以上のUHT殺菌ではラクチュロースも可能性があった。
- 2) 官能評価に用いたおいしさおよび13の風味属性評価結果を重回帰分析および主成分分析することにより、おいしさと風味属性の関係や各種殺菌牛乳の官能的特性のマッピングが可能であった。これらの解析の結果、①加熱の程度が高くなるほど濃厚感が強くなり、LTLT、HTSTおよび直接加熱法のUHT牛乳はさっぱり感が強かった、②牛乳のおいしさには、匂いの好み、後味の好み、新鮮感、粉っぽさや後味の残りが少ないことやミルク臭が強いことが重要であった。濃厚感やおいしさには適度な加熱臭など匂いおよび物性の変化やその量が関与しており、風味や香気の減少がさっぱり感に影響していた。また、風味への慣れも牛乳の嗜好に影響していた、③均質圧力が低いほど濃厚感が強く後味が残り、脂肪球サイズが濃厚感に影響していた、④RO処理乳は濃厚感が強くNF膜処理乳はさっぱり感が強くなった。一価のミネラルは塩味だけではなく、コク、濃厚感に重要であり、食品のおいしさに重要であるコクがあつてキレがあるには、ミネラル含量に関連した適度な塩味、濃厚感が重要であった。
- 3) 減圧蒸留による香気成分およびヘッドスペース中の香気成分をGC-MSにより分析し、また、AEDA法により匂いに関与している香気成分の感覚量の測定を行った結果、①各殺菌牛乳の香気的特徴成分や、濃厚感およびさっぱり感に関与している成分の把握が出来た、②殺菌牛乳の匂いは加熱で変化した成分と加熱で変化しない部分よりなっており、匂いに関与している成分は必ずしも存在量が多いとは限らなかった。また、FDファクターを主成分分析することにより、各殺菌牛乳の判別や官能に近い形で香りの評価や特徴を把握することが出来、官能的特徴を解析するにはAEDA法およびその主成分分析は有効であった。
- 4) 匂いセンサで各殺菌牛乳の匂いを客観的に把握が可能でありミルク臭を構成する成分が推測できた。また、味センサの分析結果を主成分分析した結果、官能評価と同様にUHT牛乳の風味的特徴の評価が可能であった。
- 5) 製品殺菌条件を開示することにより、その牛乳に対して持っているおいしさのイメージや購入頻度により官能評価に影響を受け、パネルの希望する方向ではその良さを、希望しない方向ではその悪さを増幅することが明らかになった。

食品の風味やおいしさに関与する匂い、味、物性などの要因は非常に複雑であり、本研究の解析手法で総合的な風味の特徴を把握することにより、①消費者の味覚などの感性を客観的に把握し製品開発に応用できる、②食品の官能的特徴やおいしさを大まかに把握でき成分も推定可能である、③おいしい製品の製造条件、原料・容器材質の選定、保管条件の選定ができる、④異常風味の検出など、製造工程および製品の品質管理に応用が可能になる、などが期待できる。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 島 崎 敬 一  
副 査 教 授 服 部 昭 仁  
副 査 教 授 伊 藤 和 彦  
副 査 助 教 授 玖 村 朗 人

## 学 位 論 文 題 名

### 殺菌牛乳のおいしさに関する官能特性の解析

本論文は図 57、表 32、引用文献 120 を含む 10 章 175 ページで構成され、別に参考論文 11 編が添えられている。

一般に食品の風味やおいしさは、味覚、嗅覚、視覚、聴覚、触覚などの五感の他に、食文化、食習慣、地域、温度、体調、デザインやネーミングなどが複雑に影響している。しかも、これらの評価は主観的であいまいな点が多く、官能検査もパネルの選定や実施条件による差異、簡便性、他の官能検査との比較の難しさなどの問題がある。特に牛乳の風味に関しては、従来、生乳本来の風味である正常風味や、飼料、酵素などの種々の要因で発生する異常風味、加熱時に発生する各種の加熱臭およびUHT牛乳の保存中の風味変化などの研究が行われてきた。これらの研究では、風味の評価用語として専門用語を用いることが多いが、風味の評価方法やおいしさとの関係が不明であった。従って、消費者が牛乳の風味やおいしさを判断する場合には、正常風味の牛乳が商業的な殺菌装置で殺菌されたり均質化処理を受けた場合の風味変化や、消費者がおいしさに重要と判断している評価用語による評価が大切であると考えられる。

本研究では、商業的生産に使用される連続的殺菌装置や均質機により殺菌牛乳を製造し、その風味的特徴や嗜好に及ぼす殺菌条件、均質圧力、NF膜処理などの影響や殺菌の全工程で受けた加熱の程度を推測する理化学的特性の検討、均質処理およびNF膜処理による物性の検討を行った。官能評価では消費者が牛乳のおいしさに重要と考える風味属性評価用語を用いて、専門パネルによる分析型評価により官能特性を、また主婦パネルによる嗜好評価によりおいしさの検討を行った。さらに香気成分の評価は、GC-MSのような物質の存在量の測定だけではなく、AEDA法による匂い嗅ぎGCにより各香気成分の感覚量の測定を行った。さらに、ヒトの味および匂いの認識システムをモデル化した味センサや匂いセンサなどの感性バイオセンサにより味や匂いを分析した。評価結果を重回帰分析や主成分分析を行い、官能評価結果と各分析結果との相関を検討することにより、牛乳の官能特性やおいしさを客観的に、また、総合的に評価することを試みた。これらの結果、主に以下の内容が明らかになった。

- 1) 殺菌の全工程で受けた加熱の程度を推測する指標としては、乳清蛋白質変性率およびレンネットビリティーが適当であり、130℃以上のUHT殺菌ではラクチュロースの測定も可能性がある。
- 2) 官能評価に用いたおいしさおよび13の風味属性の評価結果を重回帰分析および主成分分析することにより、おいしさと風味属性の関係や各種殺菌牛乳の官能的特性のマッピングを可能とし、以下の結果を得た。①加熱の程度が高くなるほど濃厚感が強くなり、LTLT、HTST および直接加熱法のUHT牛乳はさっぱり感が強かった。②牛乳のおいしさには匂いの好み、後味の好み、新鮮感、粉っぽさや後味の残りが少ないこと、ミルク臭が強いことが重要である。また、濃厚感やおいしさには適度な加熱臭など匂いおよび物性の変化やその量が関与しており、風味や香気の減少がさっぱり感に影響し、風味への慣れも牛乳の嗜好に影響している。③均質圧力が低いほど濃厚感が強く後味が残り、脂肪球サイズが濃厚感に影響している。④RO処理乳は濃厚感が強く、NF膜処理乳はさっぱり感が強くなった。一価のミネラルは塩味だけではなく、コク、濃厚感に重要であり、食品のおいしさに重要であるコクがあってキレがあるには、ミネラル含量に関連した適度な塩味、濃厚感が重要である。
- 3) 減圧蒸留による香気成分およびヘッドスペース中の香気成分をGC-MSにより分析し、また、AEDA法により匂いに関与している香気成分の感覚量の測定を行った結果、①各殺菌牛乳の香気的特徴成分や、濃厚感およびさっぱり感に関与している成分を把握し、②殺菌牛乳の匂いは加熱で変化した成分と加熱で変化しない部分より構成され、匂いに関与している成分は必ずしも存在量が多いとは限らないこと、を明らかにした。また、FDファクターの主成分分析により、各殺菌牛乳の判別や官能に近い形で香りの評価や特徴を把握することが出来、官能的特徴の解析にAEDA法およびその主成分分析は有効であった。
- 4) 匂いセンサで各殺菌牛乳の匂いを客観的に把握が可能であり、ミルク臭を構成する成分が推測できた。また、味センサの分析結果を主成分分析し、官能評価と同様にUHT牛乳の風味的特徴の評価を可能とした。
- 5) 製品殺菌条件を開示することにより、その牛乳に対して持っているおいしさのイメージや購入頻度が官能評価に影響を与え、パネルの希望する方向ではその良さを、希望しない方向ではその悪さを増幅することを明らかにした。

これら本研究で用いた解析手法が、牛乳の総合的な風味の特徴を把握するために非常に有効であり、消費者の味覚など感性の客観的な把握、食品の官能的特徴やおいしさの把握、およびその成分の推定が可能となった。さらにおいしい製品の製造条件、原料・容器材質の選定、保管条件の選定、異常風味の検出などの製造工程および製品の品質管理などへの応用が可能で、関連産業界にとって大きな波及効果が期待できる。

よって審査員一同は、岩附慧二が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有すると認めた。