

博士（水産学） 杉 山 雅 昭

学位論文題名

ゲル化食品の物性制御とその評価に関する研究

学位論文内容の要旨

近年、ソフトなテクスチャーを特徴とする食品や、伝統的な食品の形態や品質特性にとらわれない新しいカテゴリーに分類されるような食品が多く見受けられるようになっている。食品のテクスチャーは、食品の嗜好性を決定する諸因子の中でも特に重要な因子とされており、特に水産ねり製品に代表されるゲル化食品の品質評価にテクスチャーが大きく寄与している。テクスチャー評価は基本的には官能評価によって行われているが、有効な結果を得るためにには習熟を要し、また特定の食品評価に習熟したパネルであっても他の食品に対してはその評価基準が消費者の感覚とは必ずしも一致しないことが知られている。このような官能評価法の問題点を補うために、テクスチャーを客観的に評価できる機器を用いた物性評価手法が数多く検討されてきた。しかし、その場合でも測定対象を特定の食品に限定していることが多く、異なるゲル化食品間の品質を比較するのに適したものはなかった。大豆や乳タンパク質のゲル化食品のゲル物性を因子分析することで三次元表示して評価するテクスチャーマッピングシステム(T.M.A.システム)は、多様なゲル化食品群相互の物性の比較が可能な手法と考えられているが、魚肉ねり製品に適用してゲルの物性改変を試みた報告は見あたらない。

そこで本研究では水産ねり製品に代表されるタンパク質の熱ゲル化食品についてT.M.A.システム法でその物性を評価すると共に、本システムの改善による実用的システムの開発を試みた。そして本法が官能評価法に代わり得る機器評価法として有効な手段であるかどうかについて、主に魚肉ねり製品のゲル物性の改変と新しいテクスチャーの創製を通して検討した。本論文は3章からなり、第一章において T.M.A.システムを

用いて魚肉ねり製品の物性評価を行い、本システムが魚肉ねり製品の物性評価にも有効であることを確認し、実用性を高めた簡易型自動 T.M.A.システムを開発した。また、この新システムによる物性評価と官能評価との相関性からテクスチャーの機器解析法としての有効性について検討した。第二章では各種食品添加物を用いて官能的なゲル特性の改変を試みると共に、これらのゲル物性を簡易型自動 T.M.A.システム法によるテクスチャー因子で解析を行った。さらに第三章では、食品の微生物学的安全性を確保しながら、従来は加熱ゲル化食品に適用されなかった低温殺菌条件下で、嗜好性の高い製品の開発を試みた。得られた結果は以下のとおりである。第一章では、魚肉ねり製品の物性を T.M.A.システムで因子分析後、第1因子(かたさ)、第2因子(もろさ)および第3因子(弾力性)に基づいて二次元テクスチャーマップで表示して評価することが有効な手段であることを認めた。また本システムの欠点である操作性、簡便性を大幅に改良して実用性を高めた簡易型自動 T.M.A.システムを開発した。さらに、かまぼこおよび魚肉ソーセージについて、属性の異なるパネルによる官能評価と簡易型自動 T.M.A.システムによる物性評価とを比較したところ、かまぼこはかまぼこメーカーのパネルが、魚肉ソーセージは魚肉ソーセージメーカーのパネルが官能検査で評価した結果は、いずれも簡易型自動 T.M.A.システム法による物性評価との間に高い相関性のあることを確認した。しかし、それぞれのパネルは評価する対象品目を変えた時、正しく評価することができず、専門家パネルは特定の食品を評価できても他の食品を正しく評価できないことが分かった。このように、各専門家パネルが認識するテクスチャーの違いを簡易型自動 T.M.A.システム法によって客観的に正しく評価できることを認めた。

第二章では、原材料組成を変えて調製した魚肉ねり製品のテクスチャー因子得点をテクスチャーマップ上にプロットし、因子分析からゲル特性の変化を解析した。市販のかまぼこ群の中に位置する食塩添加のみで調製したゲルは、カゼインナトリウムを添加することでも「もろさ」の性質を示す第2因子がチーズ群の占める領域に近接した。これにさらに大豆油の比率を 15% および 50% に増やした試料の物性を調べると、第1因子に基づいてそれぞれ魚肉ソーセージ群および豆腐群の占める方向へと因子得点の散布位置

が移動した。このように、魚肉すり身を原料に用いても豆腐に近いテクスチャーを有する食品を作り出すことが可能であり、テクスチャーマップ上で因子得点の散布位置を確認しながら客観的にゲル特性を解析・評価できることを明らかにした。

第三章では、ゲル物性の多様化を図る目的で、従来利用されなかつた低い温度帯をゲル化に適応して、今までとは異なるテクスチャーの創製を試みた。まず魚肉ねり製品について食品衛生法の基準(中心部を75°Cに保持)と同等の低温殺菌条件を設定した。また、60°C付近の加熱温度帯で生ずる火戻り現象を阻害剤(2%オボムコイド)の併用によって抑制し、低温加熱ゲル調製を可能にした。このようにして調製したゲルは、従来魚肉ねり製品の加工には用いられなかつた 65°C 加熱が最も大きい破断強度を示すこと(デンプン無添加の時)を見出した。また、2%オボムコイド添加(デンプン無添加)の 60°C 加熱ゲルは典型的な「かまぼこ」のテクスチャーマップ領域内に位置したが、第2(もろさ)および第3(弾力性)因子得点で「コンニャク」の領域に近接していた。これにデンプンを添加(5%)すると、第1(かたさ)および第3(弾力性)因子得点で「コンニャク」群に近いテクスチャーに変化することを認めた。このように同じ加熱温度であつても、デンプン添加の有無によって、異なるテクスチャー因子によって「コンニャク」ゲルに近いゲル物性を示したことから、本研究で開発した低温殺菌条件で加熱することが魚肉ねり製品の多様なテクスチャーを創製する上で有効な手段となり得ることを指摘した。さらに得られたゲル物性を簡易型自動 T.M.A.システム法を含む各種物性測定方法による評価と官能評価の結果との関係を調べたところ、簡易型自動 T.M.A.システム法が官能評価に対して最も高い相関を示すことを認めた。

また、畜肉ソーセージについても、食品衛生法で定められた殺菌条件(中心部を 63°C で 30 分間以上保持するのと同等)と同等の低温殺菌条件下で検討したところ、55°C、304 分間処理が官能的に優れ、各種物性値でも高い値を示した。このようにこれまで加熱食肉製品において利用することが考えられなかつた 63°C 以下の温度帯において加熱処理することで、嗜好性の優れたゲル特性が得られることが明らかになった。しかし、殺菌工学的に求めた低温殺菌条件は長時間を要するため、生産効率やエネルギー

ストの観点から処理時間の短縮が望まれるが、高圧殺菌や電子線殺菌といった非加熱殺菌技術の進歩が顕著なこともあり、これらの非加熱殺菌と加熱殺菌を複合した方法を用いて新たな殺菌条件を探索することが今後の課題と考えられた。

学位論文審査の要旨

主査 教授 猪上 徳雄
副査 教授 高間 浩藏
副査 助教授 川合 祐史

学位論文題名

ゲル化食品の物性制御とその評価に関する研究

食品のテクスチャーは、食品の嗜好性を決定する諸因子の中でも特に重要な因子とされており、特に水産ねり製品に代表されるゲル化食品の品質評価にテクスチャーが大きく寄与している。テクスチャー評価は基本的には官能評価によって行われているが、有効な結果を得るためにには習熟を要し、また特定の食品評価に習熟したパネルであっても他の食品に対してはその評価基準が消費者の感覚とは必ずしも一致しないことが知られている。このような官能評価法の問題点を補うために、テクスチャーを客観的に評価できる機器を用いた物性評価手法が数多く検討されてきた。しかし、その場合でも測定対象を特定の食品に限定していることが多く、異なるゲル化食品間の品質を比較するのに適したものではなかった。そこで本研究では水産ねり製品のゲル物性を因子分析することで三次元表示して評価するテクスチャーマッピングシステム（T.M.A.システム）法でその物性を評価すると共に、本システムの改善による実用的システムの開発を試みた。加えて本法が官能評価法に代わり得る機器評価法として有効な手段であるかどうかについて、主に魚肉ねり製品のゲル物性の改変と新しいテクスチャーの創製を通して検討を行っている。

まず、魚肉ねり製品の物性をT.M.A.システムで因子分析後、第1因子（かたさ）、第2因子（もろさ）および第3因子（弾力性）に基づいて二次元テクスチャーマップで表示して評価することが有効な手段であることを認めた。しかし本システムによる測定は逐次的で長時間を要し、操作性、簡便性に欠けていることから、この点を大幅に改良して実用性を高めた簡易型自動T.M.A.システムを開発した。かまぼこおよび魚肉ソーセージメーカーの専門家パネルが官能検査で評価した結果は、簡易型自動T.M.A.システム法による物性評価との間に高い相関性のあることを認め、この手法で

ゲル物性を客観的に正しく評価できることを確認した。

次に、かまぼこ原料組成にカゼインナトリウムを添加することでチーズの「もろさ」を有するテクスチャに、また大豆油の比率を15%および50%に増やすことで魚肉ソーセージおよび豆腐に近いテクスチャを有する食品ゲルに改変できることを示した。これらの変化は官能的なテクスチャ評価ともよく一致したことから、本研究で開発したシステムで得られる因子得点のテクスチャーマップ上の散布位置を確認しながら客観的にゲル特性を解析・評価できることを明らかにした。

また、ゲル物性の多様化を図る目的で、従来利用されなかつた低い温度帯をゲル化に適応して、今までとは異なるテクスチャの創製を試みている。魚肉ねり製品については60°C付近の加熱温度帯で生ずる火戻り現象を阻害剤（2%オボムコイド）の併用によって抑制し、且つ食品衛生法の基準と同等の低温殺菌条件を設定することで、デンプン無添加では従来魚肉ねり製品の加工には用いられなかつた65°C加熱が最も大きい破断強度を示すを見出した。一方、60°C加熱ゲルは典型的な「かまぼこ」のテクスチャーマップ領域内に位置したが、第2（もろさ）および第3（弾力性）因子得点で「コンニャク」の領域に近接していた。さらにデンプンを5%添加した場合では、第1（かたさ）および第3（弾力性）因子得点で「コンニャク」に近いテクスチャに変化することを認めた。したがつて同じ加熱温度であっても、デンプン添加の有無で、異なるテクスチャ因子に基づいて「コンニャク」に近いゲル物性を示したことから、本研究で開発した低温殺菌条件で加熱することが魚肉ねり製品の多様なテクスチャを創製する上で有効な手段となり得ることを指摘した。このようにして得られたゲルの物性評価については簡易型自動T.M.A.システム法と官能検査との間に高い相関を示すことを認め、今までとは異なるゲル物性の評価にも有効であることを確認した。また、畜肉ソーセージについても、食品衛生法で定められた殺菌条件（63°C, 30分）と同等の低温殺菌条件を検討し、55°C処理で嗜好性の優れたゲル特性が得られることを明らかにした。

以上の成果は簡易型自動T.M.A.システム法が専門家パネルによる官能評価に代わり得る客観的機器評価法であることを指摘し、さらに産業的視点からも多様化を目指す食品業界で新しいテクスチャの創製に途を拓くものであり、食品設計の分野で貢献する知見であることが高く評価される。よって審査員一同は本論文が博士（水産学）の学位を授与するのに十分な内容を有するものと判定した。