

[1]

氏名(本籍地) 古賀 菱子(福岡県)
 学位 博士(学術)
 学位記番号 博乙第45号
 学位授与年月日 平成16年9月30日
 学位授与の要件 学位規則第5条第2項該当

論文題目 **低利用食品タンパク質素材の調理機能に関する研究**

論文審査委員 (主査) 教授 島田 淳子
 教授 小此木 成夫
 教授 松本 孝
 お茶の水女子大学 教授 畑江 敬子

論文要旨

低利用食品タンパク質の有効利用は、食品分野における近年の緊急かつ重要な課題の1つである。その理由の1つは、食品産業のめざましい発展に伴い、製造工程で生じて廃棄される副産物の環境汚染が深刻化してきたことによる。さらに、地球人口が増加し続け、その生存に必要なタンパク質資源の不足が予測されていることによる。このような社会的状況を受けて、従来は廃棄されてきた副産物および材料からタンパク質を抽出して食品素材とする研究が数多く行われており、すでに食品素材として日常生活に定着しているものもある。しかしながら、研究室レベルで開発されはしたものの、実際の食物として利用するに至っていないものが圧倒的に多いのが実情である。これらを新しい食品素材として実生活に定着させる為には、タンパク質素材の調理加工上の諸特性を明らかにすることが必要不可欠である。

本研究は、このような社会的背景のもとに、低利用食品タンパク質素材の調理機能の解明を目的として行ったものであり、試料として、改質乳清タンパク質 (Processed whey protein: PWP) および牛血漿タンパク質 (Plasma protein: PP) を用いた。PWPは、チーズ乳清タンパク質を特定条件下で加熱して得たゾル状物質Genesisであり、可溶性線状凝集体 (Soluble linear aggregate: SLA) をなしていることから、通常の乳清タンパク質とは異なる機能性を有し調理加工への利用が期待される素材である。PPは、と殺場の放血による環境汚染を防止するために開発された素材であるが、異臭を有することから利用されていないものである。本研究では、これら試料の特に乳化性を中心に基礎的特性および応用研究までを含めて総括的に検討を行った。

本論文は6章より成っている。第1章において、論文となる世界の食事情、本論文の目的、構成、意義等について述べた。

第2章において、PWPの乳化特性に及ぼす塩化ナトリウム、ショ糖および加熱の影響を検討した。

試料として、PWP（第一化成、pH 7、タンパク質濃度 9%）を用い、大豆油と 1 : 1 の重量比で 10,000 rpm、5 分間（20°C）攪拌して対照乳化物とした。塩化ナトリウム（NaCl）濃度 0、50 および 100 mM、シヨ糖濃度 0、10 および 20% の乳化物を、pH 3、7 および 9 と変えて同様に調製し、これらを 80°C、30 分間加熱した。顕微鏡観察による油滴の粒子径および粘度計による流動特性の測定を行った。

PWP はいずれの pH においても安定な乳化物を形成した。また加熱により、NaCl 添加では全ての pH において、シヨ糖添加では pH 3 および 5 において、安定性に優れた乳化ゲルを形成することが明らかになった。PWP 乳化物の見かけの粘度 η 、粘性係数 K および流動性指数 n は NaCl およびシヨ糖の添加量に、また構造破壊に関わるチキソトロピー特性値 Th は NaCl 添加量に依存した。

PWP は加熱によりゲルを形成するという大きな特徴を見出したので、第 3 章において、加熱クリーム菓子‘パンナコッタ’への適用を検討した。パンナコッタの材料であるクリームを PWP とオリーブ油または大豆油を混合・乳化し、市販クリームと同程度の油滴粒子径およびチキソトロピー特性値 Th を持つ乳化物を調製し、クリーム代替素材として用いた。代替素材を 40% および 45% 用いた加熱クリーム菓子・パンナコッタのテクスチャーは、牛乳および市販クリームを用いた対照とすべてのパラメーターで有意差がなかった。これらは、ともに 6 要素のフォークト体粘弾性模型と解析されたが、クリープコンプライアンス曲線における解析より、オリーブ油 45% 使用の試料が市販クリームともっとも近いことを認めた。

第 4 章では、PP の異臭が乳化液状ドレッシングの香気特性に及ぼす影響について検討した。PP (American Protein) の水溶液およびサラダ油-水-PP よりなるモデル乳化物を試料とし、ヘッドスペースガス中の揮発性成分を GC-MS で分析・同定した。その結果、PP 由来の異臭の成分がヘキサナールであることが認められた。また、1-ペンタノール、1-ペンテン-3-オール、1-オクテン-3-オールなど脂質の酸化反応による生成物も検出された。水溶液における PP の認知濃度は 0.4% であったが、醸造酢を用いたモデル乳化物においては、PP の異臭は 1% まで認知されずに使用できることを認めた。

第 5 章において、乳化液状 PP の乳化安定性を、pH および温度を変えて検討した。その結果、PP の溶解性は pH 3 において最高で、乳化安定性は低温で高かった。すなわち、ドレッシングへの適用に対してすぐれた性質を有していた。そこで PP の乳化性を利用して乳化液状ドレッシングを調製した。材料配合はサラダ油：醸造酢を 60 : 40（重量比）とし、PP を 1、2 および 3% 添加した。試料はいずれも塑性流動を呈し、指数方程式に適合した。PP の濃度により、降伏値、粘性係数、流動性指数がかなりの広範囲に亘る乳化液を得ることができた。乳化安定性は PP の濃度に依存して高くなった。PP 3% 添加試料は、油滴粒子径が平均 $4.7 \mu\text{m}$ と最小であった。3% PP 添加試料の白色度は、2% 添加試料に対して有意に低かったが、市販の乳化液状ドレッシングとの間には有意差はなかった。

第 6 章では、論文の総括を行った。

本研究では、低利用食品タンパク質素材 PWP および PP を取り上げて、乳化性を中心に調理機能の検討を行った。その結果、PWP が高い乳化安定性を有するのみでなく、調理加工条件により、物性のさまざまに異なる乳化物を調製し得ることが明らかになった。特に加熱によりゲル化するという興味深い知見を得て、加熱クリーム菓子への応用性を実証した。PP に関しては、実用上障害となる異臭成分を同定し、さらに乳化液状ドレッシングとして利用し得る条件を明らかにした。

本研究で得られた知見は、今後さらに深刻となるであろう地球環境汚染およびタンパク質資源の欠乏

に対する食品分野における問題解決の1つの例として、他の低利用あるいは未利用タンパク質資源の活用への道を開くものとして期待されるものである。

審査報告要旨

18世紀に端を発した産業革命は人類に未曾有の繁栄をもたらし、地球人口は爆発的に増加した。一方、産業廃棄物等を含む地球環境の汚染が深刻な問題として浮上してきた。また、増加し続ける人類の生存に必要なタンパク質資源の欠乏が顕在化してきた。これらの問題を解決するべく、様々な分野での取り組みが開始された。食品学の研究分野においては、低利用あるいは未利用のタンパク質資源の開発・食用化に焦点が当てられ、特にこの20数年この種の研究が世界的に活発に行われてきた。

本研究は食品学分野におけるこれらの潮流の1つとして位置付けられるものであり、特に、開発された低利用食品タンパク質の調理機能の解明に焦点を当てて行っている。

本論文は第6章より成っている。

第1章は研究の背景と目的であり、上記の世界的流れについて論述し、開発された多くのタンパク質資源が食品として定着する為には、調理機能に関する研究が必要不可欠であることを述べている。

また申請者が試料として、改質乳清タンパク質 (PWP) および、牛血漿タンパク質 (PP) を取り上げた根拠について論述している。すなわち、乳清は牛乳やチーズを製造する際の副産物で牛乳全体の約20%のタンパク質を含むことからその利用の効果は非常に大きい。申請者が用いたPWPは、乳清を改質して線状凝集体としたものであり、改質により乳化性が付与されており、調理科学的観点からの基礎的知見が必須となっている。PPについては、と殺時の放血による環境汚染およびタンパク質資源の有効利用を目的として開発されたものの、残存する異臭が実用上の障害となっている、と述べている。

第2章においては、PWPの乳化性に及ぼす食塩、ショ糖、加熱の影響を詳細に検討し、PWPより調製した水中油滴型エマルジョンが加熱により、粒子を包含したままゲル化することを見出し、新しい食品素材として応用可能性の高い事を見出している。さらに第3章において、前章において見出したPWPの特徴を生かして加熱クリーム菓子への適用を検討し、各種調理条件と調製物の物性および感覚特性に関して論述している。

第4章において、PPの異臭成分の分析を行い、その主成分がヘキサナールであることを見出し、認識閾値の検討を行い、さらに感覚的に異臭をマスキングできる条件を検索している。第5章においては、さまざまな条件で液状ドレッシングを調製し、PPの応用可能性を実証している。

第6章においては、これらの成果を総括し、本研究によって得られた新知見のもたらず結論を論述している。

以上のように、本論文は世界的に解決を求められている問題に着目しており、問題意識が極めて明確であること、需要の高い試料を対象として、乳化性に関する詳細な基礎的実験を行い興味深い新知見を得ていること、応用的条件における実験により有効利用し得ることを実証していること等により、博士論文としての価値を有すると判断された。

そこで、審査委員会は、審査会を3回に亘って開催し、申請者に論文の全内容についての発表を求め、質疑応答を行った。特にPWPの乳化性が条件によって違う理由、加熱によってゲル化する興味深い事

実に関する申請者の解釈等に関して多くの質問がなされた。申請者は、様々な角度からの質問に自信を持って的確な回答を行った。審査委員会は、申請者が論文内容に関する十分な知識を有していると評価した。

以上の審査経過を経て、審査委員会は本論文が昭和女子大学生生活機構研究科より、博士（学術）の学位を与えるのにふさわしいと判断した。