

平成21年5月27日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2006～2008

課題番号：18500617

研究課題名（和文）乾燥卵白をユニバーサルデザインフーズに応用するための基礎研究

研究課題名（英文）Development of high-nutritious liquid diet using white of egg

研究代表者

寺澤 洋子（TERAZAWA YOKO）

中村学園大学・栄養科学部・准教授

研究者番号：50390307

研究成果の概要：

アミノ酸価が高く、保存性および調理性に優れた乾燥卵白を用いて種々の試料を調製し、物性の測定および解析を行い咀嚼・嚥下補助剤としての妥当性を検討した。一方、近赤外分光法による卵白ゲル試料の水和性について検討した。その結果、乾燥卵白は咀嚼・嚥下補助剤として使用が可能であり、酵素添加やPHを変えることで物性が改変し、利用の幅が広がることが示唆された。分光学的解説からは卵白ゲルに包含されている水分子は、タンパク質分子と強く相互作用をしている水和構造であることが伺えた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,300,000	0	1,300,000
2007年度	700,000	210,000	910,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,500,000	360,000	2,860,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：咀嚼・嚥下食、トロミ調整剤、ユニバーサルデザインフーズ、近赤外分光法、高齢者、卵白、水和構造

## 1. 研究開始当初の背景

高齢者にとって「食べること」は健康寿命の延伸およびQOL（生活の質）の向上に直接結びつく大切な生活基盤である。しかしながら加齢に伴い、生理的、身体的機能の低下が生じ、食欲不振や咀嚼・嚥下機能の低下と相俟って高齢者や傷病者の低栄養が問題となっている。一方では、これらのことが医療費増大の一要因にもなっている現状である。これより少量で栄養価の高い介護食品の開発は、高齢化社会を迎えた現代における重要な課題の1つと考えられる。

## 2. 研究の目的

高い栄養価と食感（テクスチャー）を兼ね備えたユニバーサルデザインフーズの開発を視野に入れ、アミノ酸価が高く、保存性および調理性に優れた乾燥卵白を用いた新しいトロミ調整剤、ゲル化剤を開発することを目指し、以下の項目について行った。

(1) 市販の粉末乾燥卵白を用いて様々な卵白ゾルおよびゲル試料を試作し、物性（かたさ、凝集性および付着性）について測定・解析を行い、咀嚼・嚥下補助剤としての妥当性について検討した。尚、官能試験については

医療機関と共同で行った。

(2) ゲルの形成性や粘弾性は、ゲルに含まれる水分子の水和構造と密接に関連しているため、光透過性の高い近赤外分光法を用いて卵白の水和性について検討した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 試料の調製

乾燥卵白(太陽化学 K. K.)を用いて各濃度(5%, 10%および15%)の卵白懸濁液を調製し、寒天型に流し入れ、恒温槽で20分間加熱処理をしてゾル状またはゲル状の卵白試料を得た。加熱温度は60°C、70°C、80°Cおよび90°Cであった。上記の無添加卵白試料(A)に対し、0.01%酵素添加(B)、pHの変化(pH4.8:C、pH6.0:D、pH8.0:E)および0.7%塩添加試料(F)についても同様の測定を行った。

#### (2) 物性の測定

クリープメーター(E-3305型・山電 K. K.)を用いて、かたさ、凝集性および付着性について物性に関する測定を行った。測定条件は以下の通りであった。

- ・試料容器：ステンレスシャーレ(40φ、高さ15mm)
- ・プランジャー：20φ
- ・圧縮速度：10mm/sec
- ・クリアランス：5mm
- ・測定温度：20±2°C

#### (3) 近赤外分光測定

近赤外専用光源を備えたフーリエ変換型赤外分光光度計(日本分光 Herschel-350)を用いた。測定領域は5500~4000 $\text{cm}^{-1}$ で行った。

#### (4) 物性の評価

かたさ、凝集性および付着性を基準とした「嚥下食ピラミッド」を評価基準として用いた。さらに、調製試料の一部(酵素無添加8試料)については、医療に従事している者15名を対象に(管理栄養士および介護士など)官能評価を行った。

### 4. 研究成果

#### (1) クリープメーターによる物性の測定

①かたさについては、全試料共に卵液濃度および加熱温度の高いものほど高値を示した。中でも試料C、Fについては、塩および等電点によるタンパク質の凝集力の影響から、かたさは高値を示した(図-1および図-2)。

②凝集性は加熱温度の上昇に伴い低下した。高温加熱によりかたさは増すものの、内部結合力は低下し、ほぐれやすく、咀嚼しやすい性状になってくることが推察された。

③付着性について特徴的なことは、酵素添加により付着性が増加したことである。総体的にみて酵素添加により、かたさおよび凝集性は低下し、付着性は増加する傾向がみられた。

#### (2) 物性の評価

咀嚼・嚥下困難者に対する食品の物性評価として、かたさおよび粘度を基準に「そしゃく・嚥下困難者用食品の許可基準」(厚生労働省)を用いて評価した結果、基準に適合した試料は表-1で○を示した22試料であった。しかしながら、咀嚼・嚥下障害を持った者にとってかたさの他にも、「食べ安さ」、「飲み込み安さ」というような要因は重要であると思われる。即ち、“粘膜に異常に付着するかどうか”、あるいは“適度な流動性を有するのか”など様々なテクスチャー特性が関連すると思われる。従って、厚生労働省の許可基準であるかたさ、粘度のみならずテクスチャー特性として、かたさ、凝集性および付着性を総合的に評価する「嚥下食ピラミッド」を総合的な評価基準として用いた場合「嚥下食ピラミッド」のL0~L4の5段階に合致した試料は36試料であった(表-2)。

これら36試料の物性レーダーチャートを図-3に示した。尚、官能評価の結果は、付着性に関し4試料間に極めて高い評価が得られた(5%:90°C, 10%:70°Cおよび80°C, 15%:60°C)。この評価に影響を与えた要因については、今後、検討を要する。

#### (3) 近赤外スペクトルの測定

NIR分光法はO-H基のバンドを独立して観測しやすく、近年では分子間会合の研究への有用性が指摘されている。そこでNIR分光法を用いて卵白ゲルの吸収バンドや、水のバンド変化の解析を行った。その結果、卵白に含まれるタンパク質のアミド基由来のバンドは4617 $\text{cm}^{-1}$ に現われ、卵白ゲルの結晶性は低いと考えられた。このため調製ゲルの消化性は低下していないと推測した。また水の吸収領域において、卵白ゲルでは5180 $\text{cm}^{-1}$ の強度が増加する傾向が見られた。この波数領域には、水素結合の強い水分子種が現われることが指摘されている。従って卵白ゲル中に含まれる水分子は、タンパク質分子と強く相互作用をしている水和構造が考えられた。

以上の結果より、以下にあげる知見が得られた。①乾燥卵白は咀嚼・嚥下補助剤として使用可能であること、②「嚥下食ピラミッド」にみられるように、今後はかたさに加え、凝集性および付着性などのテクスチャー要因を加味し、総合的な評価をしていく必要があること、③酵素および塩添加、pHの変化により物性が改変され、咀嚼・嚥下補助剤としての幅が広がること、④近赤外分光法が卵白ゲルの物性を解析する手段として有用であること、が示唆された。

(参考資料として、卵白濃度と加熱温度の違いによる物性変化の状態を図-4に示した)

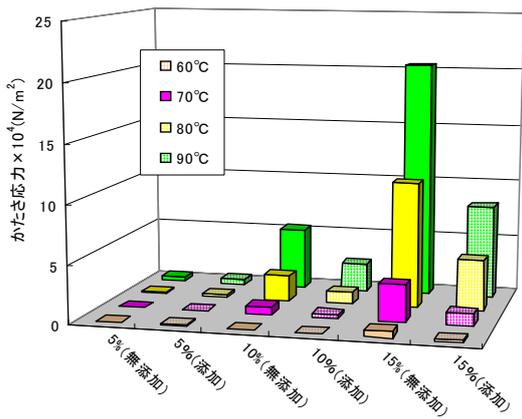


図1 酵素の有無によるかたさの比較

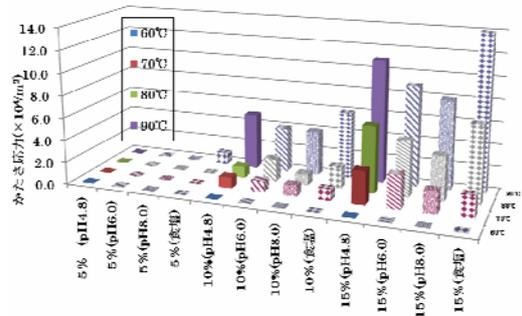


図2 pHの違いと食塩添加によるかたさの比較

表1 咀嚼・嚥下困難者用食品の許可基準

ゲル  $1 \times 10^4 \text{N/m}^2$  以下  
 ゼル  $5 \times 10^2 \text{N/m}^2$  以下 (粘度  $1.5 \times 10^3 \text{mmpas. s}$ )  
 (厚生労働省)

酵素	5%	10%	15%
無添加			
60°C	×	×	○
70°C	×	○	×
80°C	○	×	×
90°C	○	×	×

酵素	5%	10%	15%
添加			
60°C	×	×	○
70°C	×	○	×
80°C	○	×	×
90°C	○	×	×

pH	5%	10%	15%
4.8			
60°C	×	○	○
70°C	○	○	×
80°C	○	×	×
90°C	○	×	×

pH	5%	10%	15%
6.0			
60°C	×	×	○
70°C	×	×	×
80°C	○	×	×
90°C	○	×	×

pH	5%	10%	15%
8.0			
60°C	×	×	×
70°C	×	○	×
80°C	×	×	×
90°C	○	×	×

食塩	5%	10%	15%
添加			
60°C	×	×	×
70°C	×	○	×
80°C	○	×	×
90°C	○	×	×

表2 嚥下食ピラミッド

かたさ ( $2 \times 10^3 \sim 10^4 \text{N/m}^2$  以下)、  
 凝集性 (0~1.0)、付着性 ( $1 \times 10^3 \text{J/m}^3$  以下)

酵素	5%	10%	15%
無添加			
60°C	○	○	○
70°C	○	○	×
80°C	○	○	×
90°C	○	×	×

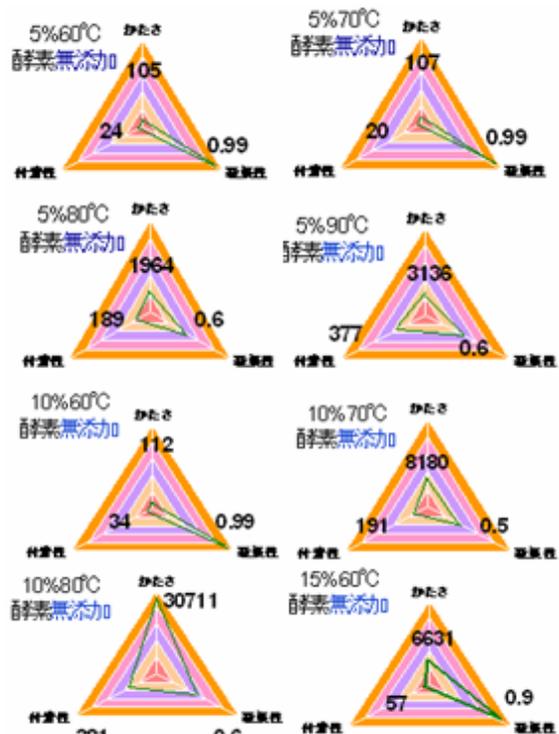
酵素	5%	10%	15%
添加			
60°C	○	○	○
70°C	○	○	×
80°C	○	×	×
90°C	○	×	×

pH	5%	10%	15%
4.8			
60°C	×	○	○
70°C	×	○	×
80°C	○	×	×
90°C	○	×	×

pH	5%	10%	15%
6.0			
60°C	×	×	○
70°C	×	○	○
80°C	○	○	×
90°C	○	×	×

pH	5%	10%	15%
8.0			
60°C	×	×	×
70°C	×	○	○
80°C	×	○	○
90°C	○	○	×

食塩	5%	10%	15%
添加			
60°C	×	×	×
70°C	×	○	○
80°C	○	○	×
90°C	×	×	×



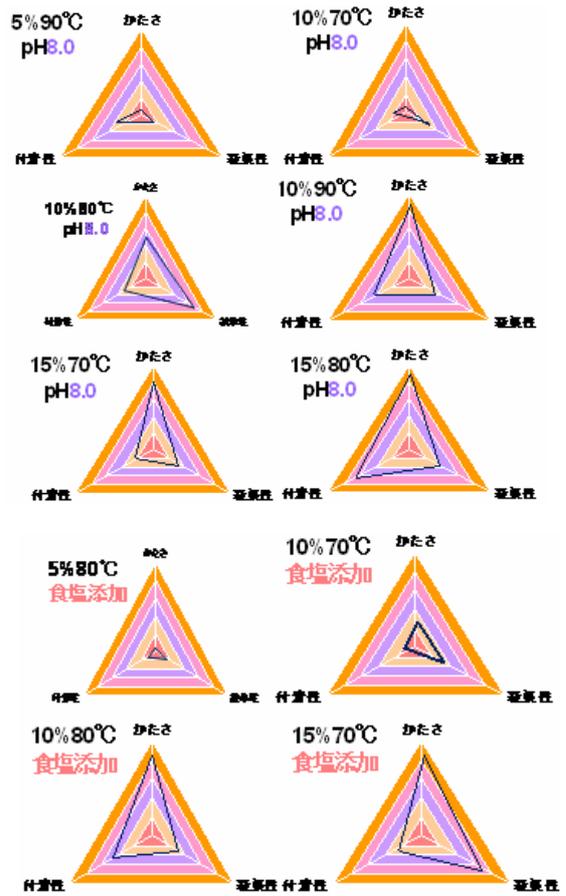
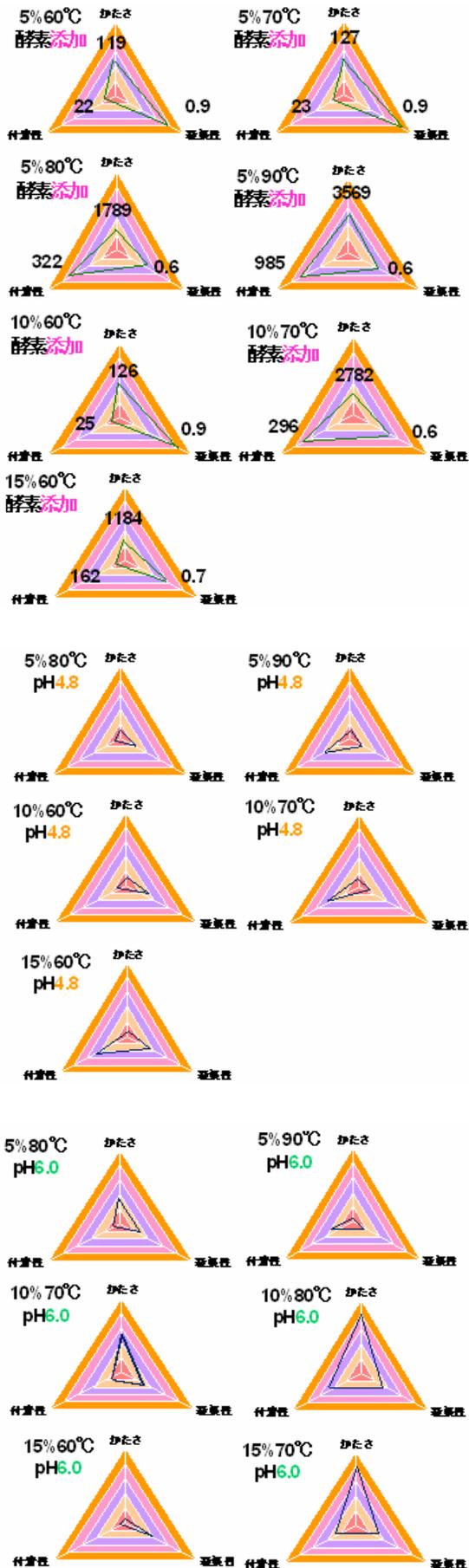
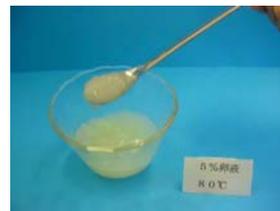


図3 物性のレーダーチャート



5%卵液 80°C



10%卵液 80°C



15%卵液 60°C

図4 物性変化の一例

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計5件)

(1) Yoko Terazawa, Mitsuhiro Miyazawa, Development of High-Nutritious Liquid Diet for Aged Person Using White of Egg, 15<sup>th</sup> International Congress of Dietetics, 2008年9月8~11日、横浜市

(2) 寺澤洋子、宮澤光博、乾燥卵白をユニバーサルデザインフードに応用するための基礎研究、第55回日本栄養改善学会、2008年9月5~7日、鎌倉市

(3) 寺澤洋子、宮澤光博、調製卵白の近赤外スペクトル、第23回NIRフォーラム、2007年11月7日~9日、つくば

(4) 寺澤洋子、宮澤光博、NIR分光法を用いたゼリー状食材の水和構造の分析、第22回近赤外フォーラム、2006年11月8~10日、つくば

(5) Yoko Terazawa, Mitsuhiro Miyazawa, Temperature-Dependent NIR Measurements of Jelly for Nursing Meal, JAPAN-KOREA JOINT SYMPOSIUM ON NEAR INFRARED SPECTROSCOPY, 2006年6月28~30日、(韓国)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

寺澤 洋子

中村学園大学・栄養科学部・准教授

研究者番号：50390370

### (2) 研究分担者

宮澤 光博

独立行政法人農業生物資源研究所・絹タン

パク素材開発ユニット・主任研究員

研究者番号：90370684