

氏名(本籍地)	佐川 敦子(福島県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	博甲第61号
学位授与年月日	平成24年3月16日
学位授与の要件	昭和女子大学学位規則第5条第1項該当
論文題目	易摂食性モデル食品の咀嚼・嚥下特性と力学特性の評価

論文審査委員	(主査)	昭和女子大学教授	森高 初恵
	(副査)	昭和女子大学教授	志賀 清悟
		昭和女子大学教授	松本 孝
		日本女子大学教授	大越 ひろ

論文要旨

嚥下障害は身体的のみならず、心理的、社会的にも影響を与えるものであり、食事を口から良好に摂取し、嚥下できることへの重要性が求められている。安全に咀嚼・嚥下機能を遂行するためには食品のテクスチャーが重要な役割を果たしており、食品の物性を変化させることで食塊の形成が容易となり、飲み込みやすくなることが報告されている。これまで、咀嚼・嚥下については機器や官能評価によって測定評価されてきたが、これらの手法では人体内での食塊の状態変化を捉えることは十分ではなかった。食塊の嚥下については、嚥下造影検査のVMF (Videomanoflourography) による報告がなされているが、試料には造影剤を混合しなければならず、また医師の立会いが必要となるなどデータの集積が困難である。現在、手法が開発されつつある生体計測法は生体を通して測定値が直接出力されるために、口腔あるいは咽頭部で生じる食塊の状態を単位のある客観的数値で得ることができる。特に、超音波画像診断装置は胎児の診察に広く用いられることから、人体に対する危険性はほとんど無く、被験者への負担は皆無に等しく、データの集積が容易である。

本論文においては、生体計測法である超音波を用いたパルスドップラ法を主な研究手法とし、咀嚼・嚥下機能低下者用食品の基礎的知見を集積することを目的に、とろみ調整食品の主原料として利用される馬鈴薯澱粉、グアーガムおよびキサンタンガムの3種の増粘食品に、水を加えた4種の分散媒とし、分散質を分散して固体分散ゾルあるいは固体分散

溶液をモデル試料として、咀嚼特性、嚥下特性、力学特性、感覚特性および消化性について明らかにした。すなわち、モデル試料の生体内での挙動を客観的数値によって表すことにより、摂食するヒトの側から種々の特性を明らかにし、嚥下時に安全で栄養素摂取効率および咀嚼効率の高い咀嚼・嚥下機能低下者用食品の性質を解明することを目的とした。

本論文は8章から構成されている。

第1章では、本研究の先行研究に対する位置付けを行い、本論文の目的と意義を述べた。

第2章では、咀嚼による分散質の破碎と分散媒との関係について検討した。咀嚼の現象は、口腔内における食品と歯の衝突による連続した破壊現象とみなすことができるが、典型的な非線形非平衡開放系の現象であり、第一原理的な理論は存在しない。そこで、マクロな構造を現象論的なアプローチで検証した。すなわち、連続破壊過程から生じる食片を累積サイズ分布関数として、対数正規分布関数と伸張型指数分布関数への適合性により検証した。その結果、ゾル状分散媒（グアーガム、キサントガム）試料では対数正規分布に適合し、食片が咀嚼により破壊された過去の履歴の影響を強く受けて破壊されたことが示唆された。分散質単独あるいは液状分散媒（馬鈴薯澱粉、水）試料では、大きい食片サイズ領域で伸張型指数分布関数に、小さい食片サイズ領域で対数正規分布関数に適合する2層性の分布であり、固形物の咀嚼が過去の破壊履歴に影響を受ける破壊と影響を受けないランダムな破壊からなることを示した。固形物の破壊過程の観点からは分散媒の種類によって強く影響を受け、食片サイズの観点からは分散媒の種類とともに分散媒の添加割合に影響を受けることを明らかにした。

第3章では、分散媒の種類と添加割合、咀嚼回数による食塊の咽頭部における最大移動速度および通過時間を超音波パルスドップラ法により測定し、嚥下特性と力学特性の関連性について述べた。すなわち、咽頭部における食塊の最大移動速度は機器測定および官能評価の硬さ、付着性との間で相関が認められ、硬さと付着性は咽頭部における食塊の移動速度を考える際、重要な因子であることを明らかにした。キサントガム分散媒試料では硬さ、凝集性、最大移動速度が添加割合や咀嚼回数の影響を受けず安定しており、安全性の面から添加効果が最も高いことを示した。

第4章では、咽頭部の食塊の流動特性に及ぼす摂食量の影響を検討し、移動速度および通過時間が液状分散媒（グアーガム、キサントガム）試料では摂食量によって影響を受け、ゾル状分散媒（グアーガム、キサントガム）試料では摂食量増加の影響を受けにくいことを明らかにした。

第5章では、造影検査法により食塊の流速特性を検討し、超音波パルスドップラ法が食塊の移動速度を算出する手段として有用であることを明らかにした。また、喉頭蓋から第6頸椎までの食道期において、液状分散媒（馬鈴薯澱粉、水）試料は添加割合が増加すると移動速度は速くなり、ゾル状分散媒（グアーガム、キサントガム）試料は添加割合に影響を受けずほぼ一定の速度であり、食道期における分散媒の影響を明らかにした。

第6章では、造影検査法による咽頭部の直径、超音波パルスドップラ法による最大移動速度および機器による粘性率から、咽頭部における食塊のみかけのずり速度とみかけのずり応力を算出して、誤嚥を防止するみかけのずり速度は $30\sim 40 \text{ sec}^{-1}$ 程度であることを明らかにした。

第7章では、増粘剤添加による米飯の消化について、*in vitro* 評価法で検討した。50、75w/w%液状分散媒（馬鈴薯澱粉、水）試料では、米飯のグルコースリリースは米飯単独試料よりも高く、液体的な分散媒では分散質の破壊が進行して、酵素の作用を受けやすいと推察した。キサントガム分散媒試料はグルコースリリースが有意に低く、消化が抑制されることを述べた。消化管の機能低下、消化酵素の分泌低下した高齢者へは、咀嚼・嚥下の観点からだけでなく、消化性についても考慮すべきであることを提言した。

第8章では、本研究を総括した。

本論文では、とろみ調整食品の主原料である馬鈴薯澱粉、グアーガム、キサントガムおよび水の分散媒としての特徴を明らかにすることができた。安全性については、咽頭部における食塊の移動速度の制御効果の高いグアーガム、キサントガムが有用であり、分散質の咀嚼効率および消化効率の観点からは馬鈴薯澱粉、水で効果が高いことを示した。しかし、同時に総合的に条件を満たすとろみ調整食品が存在しないことも明らかにし、より安全で消化性、咀嚼性の高いとろみ調整食品の創成が必要であることを提言した。