

博士論文要旨

氏名 秋間 彩香

題目 嚥下困難者用食品の物性評価に関する研究

社会の高齢化に伴い、食物の嚥下時に誤嚥を起こす嚥下困難者が増加している。そのため、誤嚥を起こさないよう、増粘剤やゲル化剤を用いて嚥下困難者用介護食（介護食）が開発され、近年では物性基準なども作成されている。しかし、嚥下困難者に適する食品の物性については十分明らかになってはいない。また介護食の基準には TPA（Texture Profile Analysis）試験から得られるパラメータが用いられているが、これらのパラメータの物理的意味は不明瞭である。介護食に適する物性の解明を困難にしている大きな理由は、咀嚼・嚥下の過程では、食物の性状や物性が大きく変化するため、機器測定による物性値のみではヒトの嚥下時における食物の状況を予測することが困難なことがあげられる。そうしたヒトの嚥下時の状態と機器測定から得られる物性値とのギャップを埋めるため、人体に機器を取り付けて測定を行う生体計測が近年着目されている。機器測定から得られる物性値と生体計測から得られる情報の関連を検討することは、嚥下困難者用食品の物性解明のうえで有力なアプローチと考えられる。

本研究では、増粘剤溶液やゲルの物性およびテクスチャーの測定を行った。また、テクスチャーとヒトの咽頭部における食塊の流動速度との関係について検討した。

テクスチャーの測定法および市販の介護食の基準に関する検討

増粘剤溶液およびゲルに関して TPA 試験を行い、得られた TPA 曲線から 3 つのテクスチャーパラメータ、硬さ、付着性、凝集性を算出した。また、増粘剤溶液に関しては粘度測定を行った。

流動特性（粘度 μ vs. ずり速度）が異なる増粘剤溶液の硬さと粘度の測定を行った。カルボキシメチルセルロース（CMC）およびローカストビーンガムの溶液はほぼニュートン流体とみなせたが、キサラムタンガムと市販の増粘剤溶液は類似したずり流動化を示した。ずり速度が 3 s^{-1} にお

る粘度に対して硬さをプロットしたところ、1 本の直線で良好に回帰できた。しかし、ずり速度が 25 s^{-1} あるいは 50 s^{-1} における粘度に対して硬さをプロットしたところ、流動特性の異なる溶液は、2 本の異なる直線で回帰された。これらの結果は、液状の嚥下困難者用介護食の物性指標として粘度の代わりに硬さを用いる場合溶液の流動特性を考慮する必要があると考えられる。

TPA 試験から求められるパラメータと咽頭部における食塊の流速との関係

ゲルを試料とし、長谷川らが誤嚥の危険性を評価できると提唱している、咽頭部流速測定を行い最大流速 V_{\max} を求め、TPA 試験から求められるパラメータとの関係について検討した。TPA 試験から求められるパラメータの中では、硬さが、 V_{\max} との相関が最も高く、凝集性は、 V_{\max} との相関がみられなかった。硬さと食塊の見かけの粘度 μ は共に、濃度上昇に伴って増加した。このことから、硬さが V_{\max} と相関が高かったと考えられる。

嚥下音測定による誤嚥の危険性の評価法

テクスチャーが異なるゲルを用いて、嚥下における簡便な生体計測法である嚥下音測定を行い、嚥下時間と咽頭部流速や試料の特性との関係について検討した。嚥下音波形は 3 つの部分に分けられ、喉頭蓋閉鎖時間 (t_1)、食塊流動時間 (t_2)、喉頭蓋開口時間 (t_3) が求められた。 t_2 の値は、試料濃度の増加に伴って減少した。また t_2 は V_{\max} との相関も高かった。さらに t_2 は V_{\max} と同様に、ゲルの硬さや食塊の見かけの粘度の増加と共に減少することが明らかとなった。このことから、嚥下音の音響解析は、咽頭部における食塊の流速分布を把握するうえで、簡便な方法になりうると考えられる。

以上より、本研究はゲル状試料を中心とした嚥下困難者用食品に関して、TPA 試験など機器測定から得られる物理量と生体計測から得られる特性との関係についての検討を行い、様々な知見が得られた。

博士論文審査結果要旨

(1,000 字程度)

報 告 番 号	甲 ・ ㊦ 第 29 号	学 位 申 請 者	秋間 彩香	
論 文 題 目	嚥下困難者用食品の物性評価に関する研究			
論 文 審 査 審 査 委 員	氏 名	職 名	氏 名	職 名
	主 査 熊谷 仁	教授	丸田 直美	教授
	後藤 純子	教授	近堂 知子	教授
	伊藤 裕才	准教授		

社会の高齢化に伴い、食物の嚥下時に誤嚥を起こす嚥下困難者が増加しているおり、そのために、増粘剤やゲル化剤を含む嚥下困難者用介護食が開発されている。しかし、嚥下困難者に適する食品の物性については十分明らかになってはいない。

本研究では、増粘剤溶液やゲルの物性およびテクスチャーの測定を行った。また、テクスチャーとヒトの咽頭部における食塊の流動速度との関係について検討した。

ハイドロコロイドの物性・テクスチャーの評価

増粘剤溶液およびゲルに関して、TPA (Texture Profile Analysis) を行い、得られた TPA 曲線から 3 つのテクスチャーパラメータ、硬さ、付着性、凝集性を算出した。流動特性 (粘度 μ vs. ずり速度) が異なる増粘剤溶液に関しては、硬さと粘度の測定を行った。カルボキシメチルセルロース (CMC) およびローカストビーンガムの溶液はほぼニュートン流体とみなせたが、キサンタンガムと市販の増粘剤溶液は類似したずり流動化を示した。ずり速度が 3 s^{-1} における粘度に対して硬さをプロットしたところ、1 本の直線で良好に回帰できた。しかし、ずり速度が 25 s^{-1} あるいは 50 s^{-1} における粘度に対して硬さをプロットしたところ、流動特性の異なる溶液は、2 本の異なる直線で回帰された。これらの結果は、液状の嚥下困難者用介護食の物性指標として粘度の代わりに硬さを用いる場合、溶液の流動特性を考慮する必要があると考えられる。

ゲル化剤や添加する金属塩の種類および濃度を変えることにより、2009 年に厚生労働省が設定した基準の範囲で、ゲルの硬さ、付着性、凝集性を制御することができた。

TPA 試験から求められるパラメータと咽頭部における食塊の流速との関係

超音波パルスドプラー法により、ゲルの咽頭部流速測定を行った。3 つのテクスチャーパラメータの中では、硬さが、誤嚥の危険性の指標として既に報告した咽頭部最大流速 V_{\max} との相関が最も高かった。硬さと食塊の見かけの粘度 μ は共に、濃度上昇に伴って増加した。このことから、硬さが V_{\max} と相関が高かったと考えられる。一方、凝集性は、 V_{\max} との相関がみられなかった。

食品ハイドロコロイドの嚥下音解析

テクスチャーが異なり味覚が類似したハイドロコロイドの嚥下時における音響測定および解析を行った。各被験者の嚥下音波形は 3 つの部分に分けられ、喉頭蓋閉鎖時間 (t_1)、食塊流動時間 (t_2)、喉頭蓋開口時間 (t_3) が求められた。食塊流動時間 t_2 の値は、濃度増加に伴って減少し、ヨーグルトの値に近づく傾向がみられた。また、 t_2 の値は、TPA 試験から求められる硬さ、あるいは食塊の見かけの粘度の増加に伴って増加した。さらに、 t_2 は V_{\max} との相関も高かった。

本研究は、食品物性と生体計測から得られる情報との関係について有用な知見が得られており、今後嚥下困難者用介護食のテクスチャーデザインにも寄与することが期待されることから、審査員一同は博士 (学術) の学位論文として価値あるものと認めた。