

# 嚥下筋活動のセンシングと食品開発への応用に関する研究

材料技術部門

食品の誤嚥は、生命の危険につながる問題であり、高齢化の進展を背景としてより重大な問題となっています。本研究では、信州大学、(一社)長野県食品工業協会と共同で、より多くの人に適切な嚥下機能評価を行うとともに、飲み込みやすさ、喉越し等の評価を通して美味しい食品を開発することを目的として、センサシートを用いた非侵襲的かつ簡易な方法による嚥下筋活動測定の実現を目指しています。

## ■ 嚥下・誤嚥とは

口腔内の食品を胃に送り込む嚥下においては、嚥下に関連する複数の筋肉(筋群)が順次活動を行うことで食品が口腔から咽頭、食道を経由して胃に到達します。筋力の低下、筋活動順序の乱れにより嚥下機能が低下すると、正常に嚥下ができずに飲食物が気管へ入る誤嚥の原因となります。誤嚥は誤嚥性肺炎の原因となるため、誤嚥を防ぎつつ栄養を摂取するための研究が行われてきました。

医療においては、X線による嚥下造影検査や内視鏡による嚥下内視鏡検査等が行われます。標準的な検査である嚥下造影検査では、造影剤を飲み込んだ被験者の顎から頸部をX線動画で撮影し、造影剤の気管進入すなわち誤嚥の有無や顎や喉の動きを診断、評価します。図1は飲み込んだ造影剤が喉頭付近にある状態の画像です。これらの検査は、いずれも嚥下回数のみでなく、嚥下時の咽頭付近の食塊の動きや誤嚥の発生を動画画像で観察できるという特徴があります。一方で、X線被曝や内視鏡を利用する点で、侵襲的であり被験者の負担が大きいといった課題があるため、負担の小さい方法による検査方法が望まれています。

食品においては、高齢化等を背景に、食べやすく栄養価の高い食品の開発が進んでおり、長野県においても「からだに優しい食品づくり研究会」、「高齢者向け e. e. 食品開発研究会」等の活動を通して介護食品開発が進んでいます。介護食品では、硬さ等の物性値の評価に加えて、飲み込みやすさ、喉越し等を、アンケート調査等によって評価しています。嚥下時の筋活動測定を通して、飲み込みやすさ、喉越し等を定量的に評価できると期待されています。

## ■ センサシートによる嚥下筋活動測定

そこで、図2に示すセンサシートによって食品を嚥下した際の前頸部の筋活動を簡易な手順で測定する方法を信州大学、(一社)長野県食品工業協

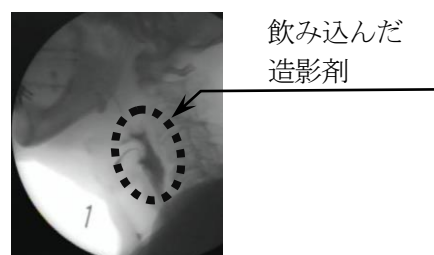


図1 X線嚥下造影検査  
(前頸部側面からの撮影画像)

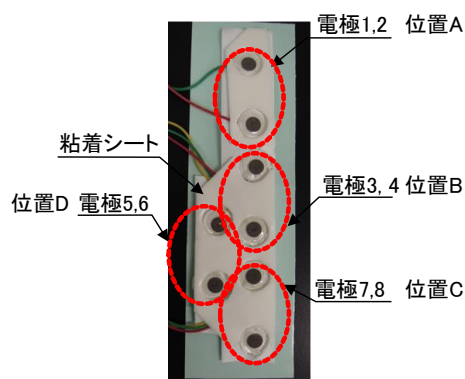


図2 試作した筋電図用センサシート

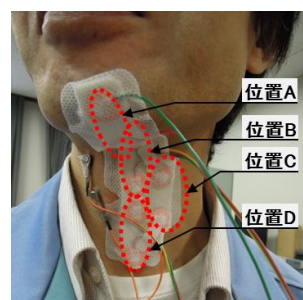
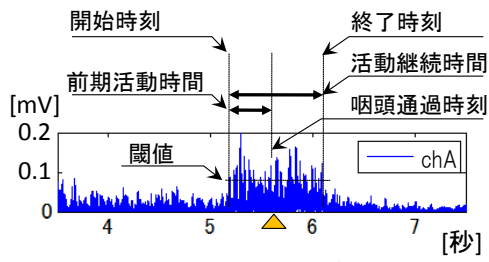


図3 センサシートの取り付け状態



図4 試料食品の野沢菜漬と1回の嚥下量(2g)



筋電図(位置A オトガイ舌骨筋)  
図5 活動時間計算の例

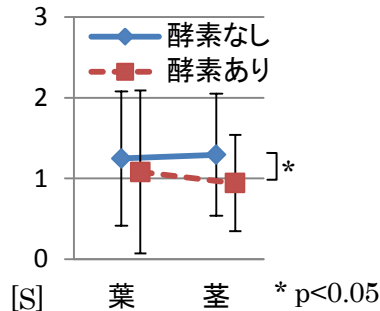


図6 活動継続時間(位置B)

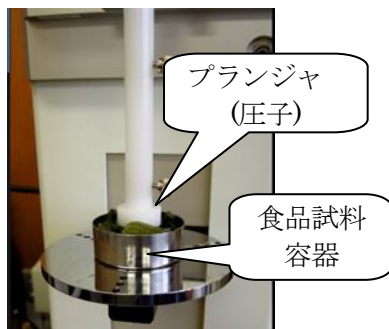


図7 試料食品の物性値測定装置  
(食品技術部門 クリープメータ)



図8 しあわせ信州食品開発センター  
テイスティングルーム

会とともに研究しています。(株)西澤電機計器製作所の協力を得て試作したセンサシートには、筋活動の際に発生する電気信号を皮膚表面で測定するための筋電図電極8個が組み込まれており、1枚のセンサシートで4箇所筋電図を測定することができます。図3のとおり1回の貼付けで同時に複数個の筋電図電極を取り付けることができ、取り付け作業時間を大幅に削減できます。また、測定波形も安定していることが確認できています。

### ■ 食品嚥下時の筋活動計測実験

センサシートの有効性を検証するために嚥下時

の前頸部の筋活動を測定する実験を行いました。被験者の前頸部に図3のとおりセンサシートを貼り付け、食品として(株)まるたかにご提供いただいた野沢菜漬(図4)を嚥下した時の筋活動を測定しました。野沢菜漬は普通のもの、酵素処理によりやわらかくしたものの2種類です。葉、茎のそれぞれを咀嚼し飲み込む実験を行い、飲み込むまでの筋活動波形を記録しました。測定波形についてノイズを取り除くためのフィルタ処理等を行い、飲み込む際の筋活動が継続している時間(図5の活動継続時間)を計算したところ、図3の位置Bにおいて野沢菜の葉、茎の部分共にやわらかいものの方が短時間の筋活動で飲み込めることがわかりました(図6)。また、酵素処理を行ったものは、茎、葉ともに普通のものに比べて飲み込むまでの咀嚼回数が減少しました。被験者へのアンケート調査では、酵素処理により葉においては咀嚼回数が少なく、くっつきにくく、口や喉に残らなくなった、茎においては細かくなった、飲み込みやすいとの感想が得られました。

なお、食品の物性値を測定するクリープメータで野沢菜の硬さを測定したところ、酵素処理により、硬さが半分程度に減少していることがわかりました(図7)。以上の結果から、センサシートで食品種類に応じた筋活動の違いを測定できること、食品の飲み込みやすさや喉越し等の測定に活用できる可能性を検証できました。

### ■ 今後の展開

センサシートにより、食品の物性値の違いが嚥下活動に影響を与えることが測定できました。今後は、センサシートの性能向上とあわせて、喉越し等のおいしさの評価を行うために、食品の知覚、咀嚼と、嚥下時の筋活動にどのような関係があるかを調査する必要があります。平成27年4月に食品技術部門にしあわせ信州食品開発センターを設置し、食品の主観評価等の実験を行う施設(図8)を活用し、食品メーカーとも連携をしながら喉越し等の美味しさの評価による食品の付加価値向上を目指して研究を進める予定です。

なお、本研究は総務省戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)地域ICT振興型研究開発の支援を受けて行ったものです。

長野県工業技術総合センター  
材料技術部門 製品科学部 大森信行、村澤智啓  
TEL:026-226-2107 FAX:026-291-6243  
E-Mail kogyoshiken@pref.nagano.lg.jp