

小型で簡便な食品粘度計の開発

株式会社日本システム研究所
北村知之

はじめに

看護や介護の現場では度々、食べ物や飲み物が食道に入らずに気管に入ってしまう誤嚥(ごえん)事故が起きている。これを防ぐために、食品に添加物を加えて適切な「とろみ」をつける工夫が日常的に行われている。しかしながら、適切なとろみの強さ(粘度)を簡便に測定する手段が無く、手動で攪拌時に感じる手応え等の曖昧な指標に頼っているのが実状である。

一般に粘度の評価には、細管式粘度計、落球式粘度計、回転式粘度計などが用いられるが、これらは装置が大がかり且つ高価であり(〜数十万円)、看護や医療の現場で手軽に使えるものは殆どない。本研究では、手に持てる程度に小型で且つ簡便に粘度測定を可能にする安価な粘度計の開発を目標とした。

本粘度計の測定方法ならびに表示方法は、とろみを持つ試料中をスピンドルが上下動する際に受ける粘性抵抗により運動振幅の低下を実測し、それを元に看護や介護の現場で要求される4段階の粘度として表示する形とした。具体的には、株式会社明治の明治トロメイク SP(以下トロメイク)の濃度を変えながら一定量の水に溶かすことで、異なる粘度を持つ試料を合成した。トロメイクの溶液は非ニュートン流体であるが、

簡便な装置であることを優先させるためずり速度が一定ではない上下運動での測定を行った。

1. 試料の粘性抵抗から測定する粘度計

1.1. 粘性抵抗からの測定

液体等の粘性を持つ試料中を運動する際には、その運動体表面で粘性抵抗力を受ける。その力は運動の速さと、粘度の大きさに依存することから、回転式粘度計では試料中の回転体が受ける粘性抵抗力から粘度を求めている。

今回、我々は上下運動するアクチュエータを製作し、そのシャフトの先端に取り付けられたスピンドルが粘性を持った溶液中を上下運動する際の変位を測定している。一般に粘度の高い液体は粘性抵抗が大きく、トルク、周波数一定の下で物体を上下運動させたとき、粘度の低い液体中よりも振幅が小さくなる。そのため、振幅の変化を実測することにより、粘性抵抗の違いすなわち粘度の違いを測定することができると考えられる。

この粘性を持った試料としては、水道水 200 g 中にトロメイクを 0 g (0%), 2g (1%), 4g (2%), 6 g (3%)溶解した4種類の異なる濃度のものを用いた。当然であるが、高い

濃度では粘度が増しており、1, 2, 3%のものはそれぞれ、フレンチドレッシング程度のとろみ、とんかつソース程度のとろみ、ケチャップ程度のとろみとなった。

1.2.測定

シャフトに取り付けられたスピンドルを振動させた際のシャフトの変位を測定した。装置の概念図を Figure 1.1 に示す。スピンドルとシャフトの一部が試料中に浸かり、試料中で上下動する。シャフトは装置上部まで延びており、最上部に取り付けられた光学変位計により、その変位を測定する。

スピンドルが試料に浸された状態で上下運動を開始後、振幅運動が安定してから測定を開始し、10回振動した時の変位計の信号 (P-P) の平均値を各濃度のトロメイク試料で比較した。

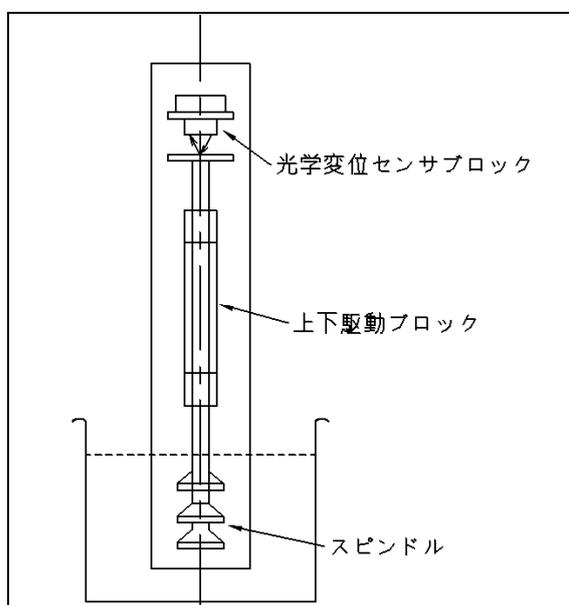


Figure 1.1

本装置の概念図

1.3.結果

Figure 1.2.に各トロメイク濃度による振幅信号電圧の変化を示す。ここでは電圧が高いほど振幅が大きいことを表しているの

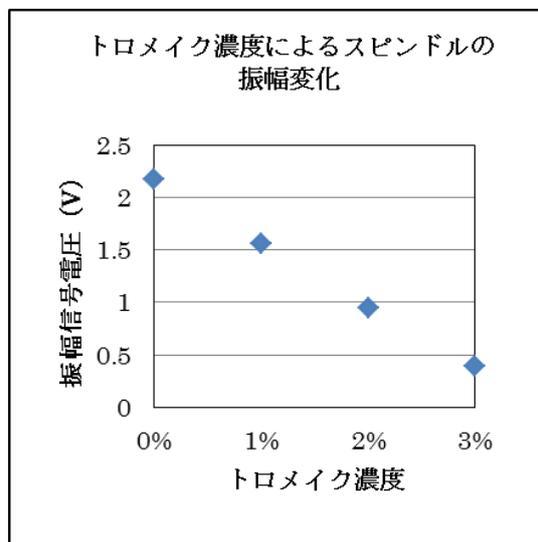


Figure 1.2

トロメイク濃度によるスピンドルの振幅変化
(振幅信号電圧で検出)

で、トロメイク濃度が上がり、粘度が高いほど振幅が単調に減少していることになる。標準偏差は最大で 0.01 程度であった。

また濃度が 1%異なると約 0.6V 程度の差があり、標準偏差が 0.01 程度であることも考慮すると各濃度を識別するのに十分な差があると考えられる。

今回の実験では 4 点のみのプロットであるが振幅が濃度に対して線型に変化することから、振幅を測定すれば濃度 0~3%の間の任意の濃度のトロメイクの粘性を測定することができる。

1.4 考察

0~3%濃度のトロメイク試料に対しては、振幅が線型で変化していることから、閾値を設定すれば、試料のもつ粘度を「弱

いとりみ」や「強いとりみ」の様に区別することができると考えられる。

今回は、繰り返しの測定を行っていないものの、実験中で連続して得られた信号の標準偏差が最大で0.01程度と十分小さいことから、測定中、計測回路に関しては安定した動作が得られていたと考えられる。

今回は装置外部で信号処理を行っていたが、装置内に部品を実装することで携帯可能な大きさのものにできる可能性がある。

本装置は非常に簡単な機構であるにもかかわらず、測定変位が粘度に対して優れた線型性を示すことが特長である。安価で且つ簡便な測定が可能で、一般家庭での使用にも耐えうる壊れにくい製品となる可能性がある。