

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 関根正裕

本研究は食品用デンプンの粘弾性を評価する技術を開発し、これによって捉えられる品質の指標に対し食品加工の見地から意味づけを行い、その有効性を検証したものである。

第 1 章ではゲル状固形食品の組織構造を走査型電子顕微鏡で調べた。うどんのゆで工程における部位別変化を走査型電子顕微鏡により観察し、麺の中心部には粒状のデンプンが残存し、表面付近には空隙の多い海綿状の組織ができることを明らかにした。うどんのコシはデンプンのこのような状態により形成されるものと推定した。

第 2 章では糊化特性の従来の評価法を概説した。熱分析(DSC)、顕微鏡法、フォトペーストグラフィ、ビスコグラフィ、ラピッドビスコアナライザー(RVA)法を紹介し、これらの方法による糊化温度が必ずしも一致せず、粘度の挙動とデンプン粒の崩壊の関係は明確ではない、等の問題点を整理した。

第 3 章ではゲル状食品に含まれるデンプンの粘弾性評価装置の開発について述べた。デンプン粒を崩壊させずに糊化過程を追跡するために既存の装置を改造し、連続測定と昇温温度制御の可能な粘弾性測定装置を開発した。測定中にデンプンが沈降するのを防ぐため、キサントゲルにデンプンを保持する試料調製方法を考案し、ゲル分散動的粘弾性測定(GDVM)という名称を提案した。

第 4 章では GDVM と RVA の比較を行なった。RVA による糊化温度と DSC による糊化温度の相関は根茎及びモチ系種子デンプンでは高いが、ウルチ系種子デンプンでは低かった。これに対し GDVM による糊化温度は全てのデンプンで DSC による糊化温度と高い相関を示した。80℃における G' と G'' の関係はデンプンの種類の違いに敏感であり G' - G'' 散布図での点位置はデンプンの起源により異なっていた。RVA の特性粘度値もデンプンの種類の違いを反映したが GDVM ほど明瞭ではなかった。

第 5 章では物理的処理による糊化特性の改変を調べた。数種のデンプンに対し 120℃-2 時間の簡易湿熱処理及び 50℃-20 時間の温水浸漬処理を行い糊化挙動の変化を GDVM により調べた。簡易湿熱処理は B 形結晶デンプンの糊化温度を著しく低下させたが A 形結晶デンプンには影響しなかった。B 形デンプンの糊化温度は常温で真空乾燥した場合も低下することから、簡易湿熱処理による糊化温度の低下は水分除去により結晶の熱的安定性が低下したことが原因と考えた。温水浸漬処理は A 形、B 形とも糊化温度を上昇させ、その幅は平均で 4℃であった。糊化後の G' 値は室温での真空乾燥及び温水浸漬処理では影響を受けなかったが、簡易湿熱処理では B 形デンプンの G' が増大し耐熱性の結合を生成させ糊化したデンプン粒の粘弾性を増大させた。

第 6 章では高濃度デンプンの糊化特性に対する無機塩の影響を調べた。硫酸ナトリウムはデンプン

プンの糊化温度を上昇させ、塩化ナトリウムの影響はわずかであった。GDVM での糊化後  $G'$  値は塩の添加により上昇し、これはジャガイモデンプンにおいて顕著であった。リン酸塩、有機酸塩及び他の塩化物は食塩と同様の作用を示し、硫酸カリウムは硫酸ナトリウムと同じであった。

第 7 章では GDVM による食品の力学特性予測を試みた。数十種のデンプンを用いて蒲鉾、ソーセージ及びうどんを試作して圧縮弾性率を測定し、粘弾性を GDVM により調べた。デンプン比率の低い蒲鉾の圧縮弾性率は高濃度の  $G'$  とは相関を示さず、低濃度の  $G'$  と相関を示した。ソーセージでは高濃度・低濃度のいずれの  $G'$  とも相関はみられなかった。デンプン比率の高いうどんの圧縮弾性率は高濃度の  $G'(80^\circ\text{C})$  と相関を示したが低濃度のそれとは相関がなかった。デンプン比率の高い食品の力学特性は高濃度デンプンの  $G'(80^\circ\text{C})$  が良い指標となり、デンプン比率の低い食品では低濃度デンプンの  $G'(80^\circ\text{C})$  が指標として利用できることが分かった。

第 8 章では GDVM の応用の可能性について述べた。GDVM では糊化温度に加えて  $G'$ 、 $G''$  の絶対値が求められるため、デンプン原料の品質評価のための豊富な情報が得られる。混合デンプンに対しては  $G'$  昇温曲線、 $G'$  微分曲線及び  $\tan \delta$  昇温曲線から異種デンプンの混入を検出し、また主成分の種類を推定できた。

以上を総合して本論文はデンプンの糊化挙動を簡便かつ正確に評価するための新しい方法を確立し、それを多数種類の食品用デンプン試料に適用して、実際の食品製造での原料の評価・判別と加工工程の管理における有用性を示すとともに、デンプンの物性に関する多くの基礎的知見を集積したものであり、学位授与の要件を満たすと判定される。また本論文内容の大部分は既に専門学術誌に発表されている。したがって審査員一同は本論文が博士(農学)の学位論文として価値あるものと認めた。