

氏名(本籍)	寺澤洋子(佐賀県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	博甲第3258号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	小麦デンプンの糊化・老化に関する分光学的基礎研究
主査	筑波大学教授 農学博士 前川孝昭
副査	筑波大学併任教授 農学博士 河野澄夫
副査	筑波大学助教授 農学博士 杉浦則夫
副査	筑波大学教授 工学博士 田中秀夫
副査	(独)生物資源研究所主任研究官 理学博士 宮澤光博

論文の内容の要旨

デンプンは生命活動のエネルギー源として重要な役割を果たし、様々な主食の材料に用いられると共に、増粘剤やゲル化安定剤として加工食品にも利用されている。このような食材の調理過程では、デンプンに水を加え加熱する 경우가多く、この処理によってゾル化する『糊化』減少と、冷却によってゲル化する『老化』現象は、食品の消化性や食感に強く関わっている。これよりデンプン質食品に化学特性を詳細に理解し、精度の高い食品分析法の開発を行うため、本研究ではデンプンの糊化や老化に伴う分子機構を明らかにし、糊化度や老化度を迅速に定量する分析技術を開発することを目的としている。

これまでデンプンの糊化・老化現象における分子機構の解析には、X線回折法や核磁気共鳴法など様々な手法が用いられているが、化学組成が単純であるため、デンプン糖鎖の微細な構造特性に関する知見は得られていない。本研究は化学構造の変化を鋭敏に捕らえることができる赤外(IR)分光法と、光透過能の高い近赤外(NIR)分光法を用いて、デンプンのもつ水和構造や水和機能の解析を試みた。

程度の異なる糊化および老化処理小麦デンプンを調整し、そのIR吸収スペクトルの測定を行い、2次微分や2次元相関解析法を用いて詳細なバンド分析を行った。その結果、デンプン糖鎖を作るグルコシド結合や、ピラノース環を構成するC-C, C-OHの伸縮振動に帰属されるバンドのみが、デンプンの糊化度の変化に応じて強度変化および波数シフトを示した。従って糊化や老化現象において、デンプンは分子鎖構造の変化が可逆的に生じることが明らかとなった。

水とデンプン分子の吸収が異なる波長に現れる高波長NIR分光法を用いて、糊化および老化処理小麦デンプンの加熱に伴う水和状態の解析を行った。その結果、糊化度の高い試料や老化処理試料は、130℃に加熱しても水の吸収バンドが観察された。一方、糊化度の比較的低い試料は、水の吸収バンドの消失が前者より低い温度で生じることが示された。これより糊化度の高いデンプンには、デンプン糖鎖に強く結合している水分子が存在し、老化現象が進行しても結合水の構造は強く維持されることが示唆された。従って同じ糊化度を示すデンプンでも、糊化処理デンプンと老化処理デンプンでは、吸着されている水分子の結合状態が大きく異なることが明らかになった。また温度の上昇と共にデンプンのO-H基に由来するバンドの相対強度は変化する一方、C-H基に由来するバンドでは顕著な強度変化が見られなかった。これより、デンプンの加熱に伴い、O-H基近傍で局所的な構造変化の

起こることが示唆された。

デンプンの糊化度を迅速に定量する技術を開発するため、NIR分光法を用いた小麦デンプンのスペクトル測定を行った。実測したデータでは、測定試料の粒径に応じて測定光の散乱が多様に変化するためスペクトルに変動が生じ、定量的な情報が大きく損なわれた。しかし、デンプンの糊化および老化や、温度変化によって強度変化を示さないC-H基に帰属できるバンドを用いてスペクトルの正規化を行った結果、糊化度を定量するために良好なキャリブレーションモデルを導くことができた。このデータ処理法はデンプンのみならず他の試料に対しても応用が可能であり、これまで障害となっていた粒径の異なる試料の定量分析においても、精度の高い分析を行うことが可能になった。

本研究はIRおよびNIRスペクトルの分光測定を並行して行い、それぞれの波長域から得られる情報を参照させることで、デンプンの糊化・老化に伴う分子機構と精度の高い検量線を得ることに成功した。今後IR、やNIR法と共に紫外・可視(UV, VIS)分光法などを併用することで特定の化学成分の検知精度を高めることが可能になり、それぞれの波長域から得られる情報の関連づけによって、新たな非破壊分析法が確立されると考えられる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、小麦デンプンの糊化・老化現象における化学構造および水和構造の変化を、赤外(IR)分光法と近赤外(NIR)分光法を用いて解析することを試みた。その結果、デンプン糖鎖を構成するグルコシド結合や、ピラノース環のC-C, C-OHに由来するバンドのみに、特異的な変化が現れることを見出した。これより糊化および老化の過程において、デンプン分子に局所的な構造の変化が生じることを明らかにした。また糊化デンプンと老化デンプンでは、糖鎖分子に結合している水分子の結合強度が大きく異なることが示唆され、水和構造の違いが、デンプンの性質に大きな影響を与えることを明らかにした。一方IRスペクトルから得られた化学情報を基に、NIR領域で得られたスペクトルの正規化を行い、精度の高いキャリブレーションモデルを誘導することに成功した。これより試料の形状を問わず、デンプンの糊化度を非破壊的に分析することが可能となった。

以上のように本研究ではIRおよびNIRスペクトルの分光測定を並行して行い、それぞれの波長域から得られた情報を参照することで、デンプンの糊化・老化における分子構造の解析や、糊化度を非破壊的に分析するためのデータ処理技術の開発に成功した。今後IRやNIRと共に、紫外・可視(UV・VIS)分光法などを併用することで、特定の化学成分の検知精度を高めることが可能となり、食品工学の分野で新たな非破壊分光分析法の開発が期待できると判断された。

よって、著者は博士(学術)の学位を受けるに十分な資格を有するものとして認める。