

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (農学)	氏名	柏倉 雄一
学位授与の要件	学位規則第4条第1項・2項該当		
論 文 題 目			
還元水あめのガラス転移温度の解明と食感制御への利用			
論文審査担当者			
主 査	教 授	川 井	清 司
審査委員	教 授	羽 倉	義 雄
審査委員	教 授	富 永	る み
〔論文審査の要旨〕			
<p>食品を構成する成分の多くは非晶質であり、温度や水分含量の変化によってガラス-ラバー転移（ガラス転移）すること、ガラス転移によって食感が大きく変化することなどが知られている。食品のガラス転移挙動はガラス転移温度 (T_g) によって特徴付けられる。食品の T_g は構成成分の T_g によって変化するため、T_g に基づく食感制御が提案されている。</p> <p>還元水あめは水あめ（澱粉の加水分解物）のグルコース残基を還元して得られる糖質素材であり、様々な分子量 (MW) の糖アルコールが混在した状態にある。還元水あめの物性は糖アルコール組成によって変化するため、用途に応じて、様々な還元水あめが製造、販売されている。その他の糖質素材と同様に、還元水あめに関しても T_g を指標として食感改質剤としての効果を定量的に管理できると考えられる。しかし、還元水あめは MW が異なる様々な糖アルコールの混合物であり、その種類は無数に存在するため、それらの T_g を一つずつ調べていくことは実用的ではない。糖アルコール組成から T_g を予測可能にすることが重要といえるが、そのような報告はこれまでになかった。一方、還元水あめは MW が同程度の水あめと比較して T_g が低いことに特徴がある。即ち、還元水あめには可塑剤としての優位性があり、高濃度の糖質を含むラバー状食品（グミなど）の食感改質において顕著な効果を発揮すると期待される。しかし、食品に配合する還元水あめの T_g がグミの様なラバー状食品の T_g や食感に及ぼす影響について系統的に調べた報告はこれまでになかった。</p> <p>本研究の目的は、1.還元水あめの T_g を明らかにした上で、糖アルコール組成から T_g を予測可能にすること、2.還元水あめの T_g がグミの T_g および食感に及ぼす影響を明らかにすることであった。</p> <p>1章では上記の研究背景と目的が述べられた。</p> <p>2章では還元水あめの実例、示差走査熱量計 (DSC) およびレオメーターの概要について説明された。</p> <p>3章では無水還元水あめの T_g の解明と予測アプローチの構築について検討した結果が報告された。まず、DSC 測定によって無水糖アルコール（ソルビトール、マルチトール、マルトトリイトール、マルトテトライトール）の T_g とガラス転移に伴う熱容量変化量 (ΔC_p) とが決定され、T_g と MW との関係は拡張型指数関数によって、ΔC_p の逆数と T_g との関係は</p>			

一次式によってそれぞれ表されることが示された。次に、高速液体クロマトグラフィーによって還元水あめの糖アルコール組成が決定され、DSC 測定によって無水状態での T_g および ΔC_p が決定された。以上の結果より、還元水あめを構成する糖アルコール組成の MW から拡張型指数関数を用いて T_g を予測し、更にその予測 T_g から一次式を用いて ΔC_p を予測することが可能になった。これを下に、高分子分野などで提案される 3 つの T_g 予測モデル（線形モデル、オリジナル Couchman-Karasz モデル、近似 Couchman-Karasz モデル）の適用性が比較された。その結果、オリジナル Couchman-Karasz モデルが最も実測値に近い無水還元水あめの T_g を導くことが示された。

4 章では還元水あめ-水系の T_g の解明と予測アプローチの構築について検討した結果が報告された。水分含量が還元水あめの T_g に及ぼす影響が明らかにされ、3 章で構築された T_g 予測アプローチの適用性が示された。また、各種還元水あめの平衡水分含量と水分活性との関係（水分収着等温線）が明らかにされ、各種還元水あめの水分収着等温線は Guggenheim-Anderson-de Boer モデルによって表すことが可能なことが示された。

第 5 章では、還元水あめがグミの T_g および食感に及ぼす影響について検討した結果が報告された。グミ試料の T_g はグミに配合した還元水あめの T_g と共に高くなることが明らかにされた。また、グミの T_g が高いほど、割断荷重が高くなることが示された。更に 3 章で導いた T_g 予測アプローチによってグミの T_g を概ね良好に予測できることが示された。

以上、本研究により還元水あめの糖アルコール組成から T_g を予測可能なこと、グミのような糖質系ラバー状食品に対して予測 T_g に基づく食感予測・制御が可能なことが示された。本研究のような予測アプローチは品質管理や商品開発の効率化に役立つものと期待される。

以上、審査の結果、本論文は統合生命科学研究科学位論文評価基準を満たし、著者は博士（農学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。