

氏名(本籍)	藤井淑子(東京都)
学位	博士(学術)
学位記番号	博乙第8号
学位授与年月日	平成8年3月8日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
論文題目	スポンジケーキの気孔構造の形成に関する澱粉の役割
論文審査委員	(主査)教授 小此木 成 夫 教授 小 崎 道 雄 教授 廣 田 望 教授 福 場 博 保 お茶の水女子大学教授 島 田 淳 子

論文内容の要旨

スポンジケーキは、スポンジ組織を持ったケーキの総称で、ケーキバターの中に抱き込んだ気泡を加熱膨脹させ、その気泡を固定化してスポンジ状の気孔構造を形成させたものである。スポンジケーキの形状は平らで、体積が大きく、スポンジ組織の気孔は細かく、均一で、弾性に富んでいるのが良い品質のスポンジケーキとされている。

従来、気孔組織の形成には小麦蛋白質が関与すると言われ、小麦グルテンのネットワーク形成の意義が強調されている。スポンジケーキに関する研究は数多くあるが、小麦粉の75%を占める澱粉がスポンジケーキの気孔構造の形成にどのように係わっているかを取り上げた研究はこれ迄に見当たらない。本論文では、主材料の一つである小麦粉中の澱粉に着目し、ケーキバターに含まれている澱粉粒の係わり方について検討し、スポンジケーキの気孔形成のメカニズムの解明を行ない、気孔構造の形成に関与している澱粉の役割を明らかにすることを目的とした。

スポンジケーキは多成分の複雑な系であるため、実験に当たって、実験材料、実験方法について可能な限り単純化した方法を用いるように配慮した。すなわち、材料は小麦粉、鶏卵、砂糖の主材料のみにし、それらを各同重量ずつ配合した。調整方法は全卵に砂糖を加えて泡立てる「共立て法」を用い、これに小麦粉を加えてバターを調製した後、オーブンで焼成し、放冷してスポンジケーキを得た。

本論文は、一連の系統実験を第I部から第IV部にまとめたものである。

第Ⅰ部は上記の緒論と材料・実験方法について述べた。

第Ⅱ部第1章では、通常は小麦粉（薄力粉）で調整するスポンジケーキであるが、その小麦粉の全量を小麦澱粉に置き換えて、小麦澱粉スポンジケーキを調整した。これらの小麦粉と小麦粉スポンジケーキの気孔構造を走査型電子顕微鏡の20倍像で比較し、グルテンがなくても、連続した球形の気孔構造が形成され得る事を確認した。

第2章では、小麦澱粉以外の澱粉、すなわち、馬鈴薯澱粉、タピオカ澱粉を用いてスポンジケーキを焼成し、いずれのケーキに於いても気孔構造が形成されることを認めた。しかし、それらの気孔構造は小麦澱粉スポンジケーキとは顕著に相違し、馬鈴薯澱粉ケーキでは層状構造を、タピオカ澱粉ケーキでは扁平化した気孔構造を得た。このように澱粉だけでも気孔構造が形成され、用いる澱粉が異なると気孔構造が相違する事により、スポンジケーキの気孔構造の形成に澱粉が重要な役割を担っていることが明らかになった。

第Ⅲ部では、スポンジケーキの気孔構造形成の要因の検討を行なった。

第1章で、スポンジケーキの気孔構造の形成に重要な役割を担っていることが判明した澱粉について、粒の形状、粒度分布、粒の吸水・膨潤率等の諸性質を検討した。

第2章では、ケーキバター中の気泡と澱粉粒の配置状態を、気泡が膨張・収縮する過程を通して、加熱板上で顕微鏡観察した。その結果、小麦澱粉ケーキバターの気泡表面には澱粉粒が配列し、気泡が加熱膨張しても、気泡の変形や破泡は起こりにくく、また、気泡表面の小麦澱粉粒は、この全過程を通じて、膨潤・変形しにくく、気泡は球形を保持したまま気孔が形成されることを明らかにした。一方、馬鈴薯澱粉バターの中の澱粉粒は気泡表面に配列せず、気泡は加熱膨張に伴って、変形や破泡を生じ、澱粉粒も膨潤・変形して、粘性を表し、糊化する傾向を示した、この挙動は、馬鈴薯澱粉粒の粒構造の弱さを示唆している。

第3章では、減圧膨張試験によって、ケーキバターの加熱に伴う圧力増による膨張と、ケーキ成分の熱変成による膨張の抑制を別けて測定した結果、タピオカ澱粉バターが加熱に伴って粘性を表し易く、気泡膜の伸張性に富む傾向を明らかにした。

第4章では、オープン中で焼成されるケーキバターの膨張・収縮挙動をカセットメーターを用い、オープンのガラス窓を通して測定した。その結果、粒構造の強いと考えられる小麦粉と小麦澱粉バターの放冷時の収縮は少なく、気孔の固定化が十分に行なわれていることが判明した。しかし、馬鈴薯澱粉とタピオカ澱粉バターにおいては、放冷時の収縮が大きく、気孔の固定化が不十分で、各々気孔壁が崩れたこと、あるいは、気孔の扁平化したことが示された。

第5章では、各スポンジケーキの完成した気孔構造の電子顕微鏡写真により、気孔構造形成のメカニズムについて考察した。その結果、球形の連続気孔構造を形成するためにはまず、ケ

ケーキバター中の気泡の表面に澱粉粒が配列する事、更に、その澱粉粒の粒構造が強固でケーキバター中で吸水・膨潤し、糊化しないことが重大な要因であることが明らかになった。特に、タピオカ澱粉の弱い粒構造を強化する方法として、タピオカ澱粉粒の乾熱処理(135℃、60分)によって、球形の連続気孔構造が形成され、上記の2要因が重要であることの裏付けを得ることができた。

以上、小麦粉を用いた膨化食品における気泡の重要性は、従来から注目されているが、本研究により、気泡ばかりでなく、澱粉粒の重要性、殊に、気泡と澱粉粒の相互作用の重要性の一端を明らかにすることが出来た。