

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	村上 哲也
論文題目	Studies on the Properties of Polymeric Glutenins Conferred by the Dispersion of Wheat Gluten under Acidic or Basic Condition (小麦グルテンを酸性または塩基性条件下で分散することにより得られるグルテニンポリマーの特性に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>小麦の不溶性タンパク質であるグルテンは、加水することによって特有の粘弾性を発現し、この性質は多くの加工食品の高品質化に利用されている。グルテンは、粘着性と伸展性を担うグリアジンと弾性を担うグルテニンから構成されており、グルテニンは、グルテニンサブユニットがジスルフィド結合により重合したポリマーとして存在している。グルテン粉末の工業的な製造方法としては主に2種類あり、一つは、小麦粉から抽出したウェットグルテンの塊を細断して、乾燥し粉末化する方法である。一般的なグルテンはこの手法で製造される。もう一つは、ウェットグルテンの塊を酢酸や乳酸などの酸性またはアンモニアの塩基性水溶液中に分散させ、スプレードライして粉末化する方法である。このスプレードライグルテンは、一般的なグルテンとは性質が大きく異なり、粘着性が強く伸展性が大きい独特の物性を示すことが知られているが、その物性と構造の関係についてはこれまでに十分に明らかにされてきたとは言いがたい。本論文では、グルテンを酸性または塩基性条件下で分散させた際の物性および構造を調べ、そのドウ形成と機能発現に関与しているグルテニンポリマーの特性について解析した。</p> <p>第1章では、酢酸またはアンモニア水溶液で分散し凍結乾燥して得られたグルテンのドウ物性および化学特性を調べた。酢酸またはアンモニアで分散したグルテンは、ドウの抵抗性と弾性がともに弱くなり、グリアジン様の物性を示した。さらに、本来70%エタノールで抽出できないグルテニンポリマーの一部が、グリアジンのように70%エタノールで抽出できる状態になることを明らかにした。</p> <p>第2章では、グルテンを酸性条件下で分散したときにグルテニンポリマーがグリアジン様の特性を獲得するメカニズムを検討した。様々な酸（酢酸、乳酸、リン酸、塩酸）溶液で分散したグルテンについて、そのドウの物性を調べた結果、酸の種類に関係なく、グリアジン様の物性を示した。また、いずれの酸処理グルテンにおいても、本来70%エタノールで抽出できないグルテニンポリマーの50%以上が、70%エタノールで抽出できる状態にあった。酸処理グルテンにおけるグルテニンポリマーの分子サイズの分布は、未処理グルテンとほとんど同様の分布を示したことから、酸処理によって獲得するグリアジン様の特性はグルテニンポリマーの分子サイズの変化に因るものではないことが示された。酸処理によって70%エタノールで抽出できるようになったグルテニンポリマーの分子サイズは、低分子サイズだけでなく高分子サイズも多く含まれていた。さらに、グルテンの酸分散時に塩化ナトリウムを加えた場合のグルテンのドウ物性と70%エタノールによる抽出性に与える影響について検討した。その結果、塩化ナトリウムの濃度が増加するにつれて、ドウ物性と70%エタノールによる抽出性はともに未処理グルテンの特性に近づいた。以上の結果から、酸処理グルテンでは、グルテニンポリマーの正電荷が増加し、その斥力によりグルテニンポリマーの凝集性が低下することが一因となって、グリアジン様の挙動を示すことを明らかにし</p>			

た。

第3章では、グルテンをアンモニア塩基性条件下で分散したときにグルテニンポリマーがグリアジン様の特性を獲得するメカニズムを検討した。グルテンをアンモニアに分散する時間を変えたときのドウの物性について調べたところ、アンモニアに分散する時間が長くなるほど、ドウ抵抗性および弾性はともに弱くなり、グリアジンの物性に近づいた。また、アンモニア処理グルテンにおけるグルテニンポリマーの分子サイズの分布を調べた結果、アンモニア処理の時間が長くなるほど、高分子のグルテニンポリマーが減少し、低分子のグルテニンポリマーが増加していることを見出した。グルテンをアンモニア処理しても、タンパク質の加水分解は起こっていなかったが、遊離スルフヒドリル (SH) 基の含量はアンモニア処理の時間にかかわらず減少していた。これらの結果から、SH基が関与したグルテニンポリマーの低分子化が、アンモニア処理グルテンがグリアジン様のドウ物性を発現する一因であることが示唆された。グルテン中に存在する遊離SH基をモノブロモビマンで標識して解析したところ、アンモニア処理グルテンにおいて、Dタイプの低分子量グルテニンサブユニットの遊離SH基が有意に減少していた。このサブユニットが小さなオリゴマーに存在するという報告と考え合わせると、グルテンをアンモニア処理したとき、Dタイプの低分子量グルテニンサブユニットの遊離SH基が、高分子量のグルテニンポリマーのジスルフィド (SS) 結合とSS-SH交換反応を行うことにより、グルテニンポリマーが低分子化し、同時にポリマー内で新たなジスルフィド結合が形成するという新規な構造変化が起こる可能性を見出した。

第4章では、酸性またはアンモニア塩基性条件下で分散して得られたグルテンのドウの微細構造についてクライオ型走査型電子顕微鏡 (Cryo-SEM) を用いて解析した。酸処理グルテンは、未処理グルテンに比べて、緻密で均一なネットワーク構造を示し、アンモニア処理グルテンは、未処理グルテンの構造に近いものの、酸処理グルテンのような緻密さも観察されたことから、緻密で均一なネットワーク構造が、グリアジン様の物性を生み出すことを明らかにした。また、第1章から第3章までの実験結果に基づいてグルテニンポリマーの分子モデルを提案し、グルテンがグリアジン様の特殊な物性を発現するメカニズムを説明した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

加工食品を高品質化するための素材である小麦グルテン粉末は主に2種類存在し、その中でもスプレードライグルテンは、粘着性が強く伸展性が大きいという独特の物性を示すことが知られている。しかし、その物性と構造の関係について明らかにした報告はほとんどない。本論文では、スプレードライグルテンを製造する際、スプレードライ前にグルテンを酸性またはアンモニア塩基性条件下で分散させる処理法に着目し、分散処理したグルテンの構造および物性を調べ、そのドウ形成と機能発現に関与しているグルテニンポリマーの特性を明らかにしている。本論文の評価すべき主要な点は以下のとおりである。

1. 酢酸またはアンモニアで分散処理したグルテンは、抵抗性と弾性がともに弱くなったグリアジン様のドウ物性を示し、本来70%エタノールで抽出できないグルテニンポリマーの一部が、グリアジンのように70%エタノールで抽出できる状態になることを初めて明らかにした。
2. グルテンを酸性条件下で分散したときにグルテニンポリマーがグリアジン様の特性を獲得するメカニズムを検討し、酸処理により、グルテニンポリマーの正電荷が増加し、その斥力によるグルテニンポリマーの凝集性低下がグルテンにグリアジン様の性質を与えることを明らかにした。
3. グルテンをアンモニア塩基性条件下で分散したときにグルテニンポリマーがグリアジン様の特性を獲得するメカニズムを検討し、Dタイプの低分子量グルテニンサブユニットの遊離SH基が、高分子量のグルテニンポリマーのジスルフィド結合とSS-SH交換反応を行うことにより、グルテニンポリマーが低分子化し、ポリマー内で新たなジスルフィド結合が形成するという新規な構造変化を提示した。

以上のように、本論文は、酸性または塩基性条件下で分散処理したグルテンが、グリアジン様の物性を発現するメカニズムを解明することによって、グルテンを含む食品や小麦粉製品の加工法や製造法さらには品質評価法に新たな知見を与えるものであり、食品化学、農産製造学および品質評価学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成29年2月9日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）