

( 続紙 1 )

|  |   |    |                  |
|--|---|----|------------------|
| 京都大学   | 博士 ( 農 学 )  | 氏名 | Jiraporn Sirison |
| 論文題目   | Studies on functional properties of soy lipophilic protein and its potential for food applications<br>(大豆脂質親和性タンパク質の機能特性と食品利用可能性に関する研究) |    |                  |
| <p>(論文内容の要旨)</p> <p>大豆は、世界的にみると、その多くが油糧作物として利用されている。脱脂した大豆からは大豆タンパク質、特に分離大豆タンパク質 (SPI) が調製され、様々な加工食品に添加されている。長らくSPIは主要な貯蔵タンパク質であるグリシニン (11S) と <math>\beta</math>-コングリシニン (7S) の混合物とみなされてきたが、最近、SPIの3分の1を脂質親和性タンパク質 (LP) が占めることが報告された。LPの主要成分は、タンパク質とリン脂質の複合体である。SPI、7S、11Sの機能特性に関しては、膨大な論文が出版されているものの、LPについてはわずかな報告例があるのみである。本研究では、LPの溶解性、泡沫特性、乳化特性を検討することによって、このタンパク質の食品への利用可能性を探ることを目的とした。</p> <p>第1章では、諸論として、LPの起源、調製法について解説した。</p> <p>第2章では、LPの溶解性を、7S、11S、SPIと比較した。脱イオン水およびpHやイオン強度の異なる様々な緩衝液への溶解性を25°Cで比較したところ、LPの溶解性は他の大豆タンパク質画分に比べて、極めて低かった。LPの主要成分であるリン脂質-タンパク質複合体の疎水性が高いためであると考えられる。しかし、LP溶液の溶解性は温度上昇とともに増加し、90°Cでは25°Cの2倍以上に達した。それに対し、7Sと11Sでは、90°Cの加熱によって、その溶解性は低下した。示差走査熱量計分析の結果、7Sと11Sでは、明確な吸熱ピークが観察されたのに対し、LPでは認められなかった。7Sと11Sでは、加熱により変性した分子が凝集し溶解性の低下が生じたものと思われるが、LPの場合には、そのような変性は起こらず、温度上昇によって分子の運動性が高まり、分散性が改善されたものと思われた。SPIは、約25%の7S、45%の11S、30%のLPから構成されるが、SPIの溶解性は、これら3種類のタンパク質の組成を反映したものであることが示唆された。</p> <p>第3章では、LP、7S、11Sを脱イオン水に分散させた溶液を用いて、それらの表面特性および泡沫特性を比較した。LPは他のタンパク質に比べて表面張力を速やかに、より低いレベルにまで低下させた。また、他のタンパク質に比べて、速やかな表面弾性率の上昇が見られた。これらの結果は、LPが他のタンパク質に比べて効率的に気液界面に吸着し、弾性的なフィルムを形成できることを示している。また、泡立て操作により、LP溶液からは、より微細な気泡が形成され、泡沫全体の安定性も、他のタンパク質の場合に比べて高かった。食品への応用を考慮すると殺菌工程などの加熱が避けられないことから、LP、7S、11S溶液を90°C、30分加熱し、その表面特性、泡沫特性がどのように変化するかを観察した。その結果、7Sと11Sについては、表面特性、泡沫特性とも著しく改善された。一方、LPについては加熱により表面特性には大きな変化は見られなかった。泡沫特性のうち、起泡性は加熱により若干低下したものの、泡沫安定性はさらに増加した。以上の結果より、LPは加熱の有無に関わらず、優れた泡沫特性を示すことが明らかとなった。</p> <p>第4章では、LPの乳化特性について検討した。LP分散液 (濃度1%を脱イオン水に</p> |   |    |                  |

分散したもの)を等量の大豆油と混合しエマルジョンを調製した。その結果、直径5 μm以下の微細な油滴からなるエマルジョンが形成され、LPは優れた乳化性を示すことが明らかとなった。このエマルジョンを8週間貯蔵した結果、油滴の凝集や合一はほとんど進行せず、極めて高い安定性を示した。エマルジョンに塩化ナトリウムやショ糖を加えたところ、その粘度が僅かながら低下し、これらの化合物が油滴間に働く引力を弱めることが明らかとなった。一方、エマルジョンに様々な濃度の酢酸を加え、そのpHを徐々に下げて行ったところ、エマルジョンは液状から半固体状へ、そして再び液状と変化した。それらの形状変化に伴い、見かけの粘度は低い値から高い値、そして再び低い値を示した。半固体状のペーストについて動的粘弾性測定を行ったところ、ゲル様のネットワーク構造を形成していることが示唆された。以上の結果、LPは優れた乳化性を持つ素材であり、形成されたエマルジョンの物性は、酢酸など、食品の加工調理に頻用される化合物によって制御可能であることが示された。

LPの主要成分はリン脂質とタンパク質の複合体であることから、水への溶解性は低いことが示されたものの、優れた泡沫特性と乳化特性を持つことが明らかとなり、様々な食品への応用が可能な素材であることが示唆された。

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)

分離大豆タンパク質 (SPI) は様々な加工食品に利用されている。長い間、SPIの主要成分は貯蔵タンパク質のグリシニン (11S) や $\beta$ -コングリシニン (7S) のみであると考えられていたが、近年SPIの約30%を脂質親和性タンパク質 (LP) が占めることが報告された。SPI、7S、11Sについては様々な基礎的・応用的研究が報告されているものの、LPについてはほとんど研究が進んでいなかった。本研究では、LPの溶解性、泡沫特性、乳化特性を検討することによって、このタンパク質の食品への利用可能性を探ることを目的としている。評価された点は以下の通りである。

1. LPの溶解性は、7S、11S、SPIに比べて著しく低かったが、加熱により上昇し、90℃では、25℃の2倍以上に達した。一方、7Sと11Sの溶解性は90℃で低下した。SPIは単なる7S、11Sの混合物であるという従来の観点からは説明できなかったSPIの溶解挙動について、LPの溶解性の結果を組み合わせることにより理解を深めることが可能となった。
2. 表面張力、表面粘弾性測定の結果、LPは7Sや11Sに比べて気液界面に素早く吸着し、効率的に弾性的なフィルムを形成できることを示した。その結果として、LPは7Sや11Sに比べて優れた泡沫特性を示すと考えられた。LPの泡沫特性、特に泡沫安定性は加熱によって著しく改善された。以上の結果から、加熱殺菌などの工程を含む実際の食品製造においても、LPは含気食品の素材として有望であることが示された。
3. LPは優れた乳化性、乳化安定性を示すことを明らかにした。また、LPで調製したエマルションの物性は、塩化ナトリウム、ショ糖、酢酸など、実際の加工調理に用いる化合物によって制御できることを示した。特に酢酸を用いれば、クリームチーズ様の固形物などを作り出せることから、卵黄などの動物素材に代わって多様な物性のエマルションを創製できる可能性を示した。

以上のように、本論文は、これまで見過ごされていた大豆タンパク質中のLP画分に注目し、その溶解性、泡沫特性、乳化特性を子細に検討することにより、LPが様々な食品への応用が可能である有望な素材であることを明らかにしたものであり、品質評価学、食品コロイド科学、食品製造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、令和3年2月17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)